家电维修技能速练速通丛书

附赠学习卡

主　编◎韩雪涛
副主编◎韩广兴　吴　瑛

新型电冰箱维修技能速练速通

1 强化技能 突出训练
学练结合 速练速通

2 以就业为导向
以技能为目标
实训化项目教学理念

3 学习与从业零距离
技能与经验同增长

4 在学习中体会应用技能
在训练中增长就业经验

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

家电维修技能速练速通丛书

新型电冰箱维修技能速练速通

韩雪涛　主　编
韩广兴　吴　瑛　副主编

机 械 工 业 出 版 社

本书根据国家职业资格考核认证的要求以及新型电冰箱实际维修工作的知识技能需求，将新型电冰箱维修必须掌握的知识技能划分成8个模块进行讲解，具体掌握的内容依次为：了解新型电冰箱维修的行业特色、建立新型电冰箱的检修思路、认识新型电冰箱、掌握新型电冰箱的管路检修技能、掌握新型电冰箱压缩机组件的检修方法、掌握新型电冰箱节流及闸阀组件的检修方法、掌握新型电冰箱热交换组件的检修方法、掌握新型电冰箱电路部分的检修方法。

本书的所有知识、技能完全按照国家相关职业资格的考核认证标准，并结合从业人员的需求进行规划和安排，将理论知识的学习与技能训练有机结合起来，巧妙地将国家职业资格考核所必须掌握的知识点和技能评测环节融入到实际的教学案例中，确保教学内容的规范、准确、实用。在内容架构和讲解方式上，本书充分考虑新型电冰箱维修的技术特点和读者的学习习惯，采用模块化教学的理念，充分发挥图解特色，对理论知识环节采用二维平面图、示意图、结构图等多种手段进行讲解说明，而对于技能环节则通过三维效果图、实物照片等方式真实展现操作场景和操作细节，以确保读者的学习兴趣和学习效果，力求使读者能够在最短时间内掌握新型电冰箱维修必备的知识和技能。

本书可作为家用电子产品维修岗位培训教材和职业资格考核认证的培训教材，也适合于从事各种家用电子产品生产、销售和维修的技术人员阅读，还可供广大电子爱好者阅读参考。

图书在版编目（CIP）数据

新型电冰箱维修技能速练速通/韩雪涛主编. —北京：机械工业出版社，2012.9

（家电维修技能速练速通丛书）

ISBN 978-7-111-39574-4

Ⅰ.①新… Ⅱ.①韩… Ⅲ.①冰箱—维修 Ⅳ.①TM925.210.7

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第201281号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：张俊红 责任编辑：张俊红

版式设计：霍永明 责任校对：纪 敬

封面设计：马精明 责任印制：乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2012年10月第1版第1次印刷

184mm×260mm · 15.25印张 · 376千字

0 001— 4000册

标准书号：ISBN 978-7-111-39574-4

定价：44.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务		网络服务	
社服务中心：	（010）88361066	教材网：	http://www.cmpedu.com
销售一部：	（010）68326294	机工官网：	http://www.cmpbook.com
销售二部：	（010）88379649	机工官博：	http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：	（010）88379203		

封面无防伪标均为盗版

本 书 编 委 会

主　编：韩雪涛

副主编：韩广兴　吴　瑛

编　委：张丽梅　马　楠　宋永欣　宋明芳
梁　明　吴　玮　韩雪冬　吴慧英
高瑞征　张相萍　王新霞　郭海滨
张雯乐　张鸿玉　吴　敏　郝　丽

前　言

当前，我国正在由电子产品生产制造大国向制造业强国迈进。其中，新型电冰箱作为重要的家用电子产品，近几年的发展速度惊人。各种品牌、各种型号的新型电冰箱不断推出，极大地丰富了新型电冰箱的销售市场。极高的普及率和巨大的市场保有量带动了新型电冰箱从生产制造到售后维修整个产业链的发展，而巨大的就业空间也使得越来越多的人员开始从事或希望从事新型电冰箱生产、销售、维修相关的工作，但同时激烈的市场变革和竞争也对相关的从业人员提出了更高的要求，各新型电冰箱的生产企业及专业售后维修机构都需要大量具备一定专业知识和技能的人才。

面对市场的变化和从业的要求，如何能够在短时间内掌握新型电冰箱维修的专业知识，成为许多从事或希望从事新型电冰箱生产、调试、维修工作的人员亟待解决的问题。然而，就新型电冰箱维修技能而言，则需要扎实的专业知识和专业技能。特别是近些年来，新型电冰箱的功能越来越强大，结构越来越复杂，更新换代的速度也越来越快，这些因素都成为从业人员必须逾越的屏障。

针对目前的现状，我们对许多新型电冰箱生产制造企业和专业维修机构进行了调研，将行业的需求进行汇总，将岗位的培训技能和实用技能进行归纳和整理，并以国家职业资格认证中相关专业（例如家电维修专业、电子产品装接专业、无线电调试专业等）的考核大纲作为参考依据，特编写了本书。本书在编写过程中充分考虑了电子电气维修领域的技术特点和从业者的学习习惯，采用模块化教学与图解演示相结合的方法，以新型电冰箱维修现场为背景，将新型电冰箱维修过程中应该掌握的知识和技能，按照学习习惯和维修特点划分成不同的模块，每个模块都运用实际的案例进行教学演示。在表现形式上，本书尽可能地运用大量的实际工作图片与结构、原理示意图相结合的方式，用生动形象的图形图像来代替枯燥冗长的文字描述，尽可能通过图解的形式将所要表达的知识和技能展现出来，让读者能够轻松地阅读和学习，力求在最短时间内了解并掌握维修的操作技能，达到从业的要求。

为了使本书更具职业技能特色，本书特邀数码维修工程师鉴定指导中心组织编写，所有编写人员都由国家职业技能培训认证的资深专家和电器专业的高级技师组成。图书内容以国家职业资格标准作为依据，注重“学”与“用”的结合。同时为了更好地满足读者的需要，达到最佳的学习效果，本书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持。除可获得免费的专业技术咨询外，本书还附赠价值 50 元的学习卡。读者可凭借此卡登录数码维修工程师官方网站（www. chinadse. org）获得超值技术服务。网站提供有最新的行业信息，大量的视频教学资源和图样手册等学习资料以及技术论坛。用户凭借学习卡可随时了解最新的业界动态，实现远程在线视频学习，下载需要的图样、技术手册等学习资料。此外，读者还可通过网站的技术交流平台进行技术交流和咨询。由于技术的发展非常迅速，产品更新换代速度也很快，为方便读者学习，我们还另外制作有

VCD 系列教学光盘，有需要的读者可与我们联系购买。

“新型电冰箱维修”是国家职业资格考核认证和数码维修工程师专业技术资格认证的重要考核范畴，从事电子产品生产、调试、维修的技术人员，也应参加国家职业资格认证或数码维修工程师专业技术资格考核认证，获得国家认可的技术资格证书。

本书由韩雪涛任主编，韩广兴、吴瑛任副主编，其他参与编写的人员有张丽梅、郭海滨、马楠、宋永欣、宋明芳、梁明、张雯乐、张鸿玉、王新霞、韩雪冬、吴玮、吴惠英、高瑞征、张相萍、吴敏、郝丽等。需要特别说明的是，为了尽量保持产品资料原貌，以方便读者与实物进行对照学习，并尽可能地符合读者的行业用语习惯，本书中部分图形符号和文字符号并未按国家标准做统一修改处理，这点请广大读者引起注意。读者在学习过程中或在职业资格认证考核方面有什么问题，可通过如下联系方式直接与我们联系。

网址：http：//www. chinadse. org　联系电话：022－83718162/83715667

联系地址：天津市南开区榕苑路 4 号天发科技园 8 号楼 1 单元 401

数码维修工程师鉴定指导中心（天津涛涛多媒体技术有限公司）

邮编：300384

作　者

目　录

本书编委会
前言
第 1 章　了解电冰箱维修的行业特色 …… 1
1.1　电冰箱维修人员的就业出路 …… 1
1.1.1　电冰箱维修人员的社会需求 …… 1
1.1.2　电冰箱维修人员的就业指导 …… 3
1.2　电冰箱维修人员的学习规划 …… 6
1.2.1　电冰箱维修人员的知识要求 …… 6
1.2.2　电冰箱维修人员的技能要求 …… 8
第 2 章　建立电冰箱的检修思路 …… 10
2.1　电冰箱的检修准备 …… 10
2.1.1　熟悉电冰箱的检修工具 …… 10
2.1.2　明确电冰箱的故障特点 …… 24
2.2　电冰箱检修的基本方法和注意事项 …… 27
2.2.1　电冰箱检修的基本方法 …… 27
2.2.2　电冰箱检修的注意事项 …… 34
第 3 章　认识电冰箱 …… 41
3.1　电冰箱的结构特点 …… 41
3.1.1　电冰箱的整机结构 …… 41
3.1.2　电冰箱的电路结构 …… 46
3.2　电冰箱的工作过程 …… 50
3.2.1　电冰箱整机的工作原理 …… 50
3.2.2　电冰箱电路系统的工作过程 …… 53
第 4 章　掌握电冰箱的管路检修技能 …… 60
4.1　电冰箱管路的加工与焊接技能 …… 60
4.1.1　电冰箱管路的加工技能 …… 60
4.1.2　电冰箱管路的连接技能 …… 67
4.2　电冰箱管路的抽真空、充注制冷剂和检漏技能 …… 72
4.2.1　电冰箱管路的抽真空技能 …… 72
4.2.2　电冰箱管路充注制冷剂的技能 …… 78
4.2.3　电冰箱管路清洁及检漏技能 …… 83
第 5 章　掌握电冰箱压缩机组件的检修方法 …… 86
5.1　电冰箱压缩机组件的检修分析 …… 86
5.1.1　电冰箱压缩机组件的结构特点 …… 86
5.1.2　电冰箱压缩机组件的检修流程分析 …… 92
5.2　电冰箱压缩机组件的检修方法 …… 97
5.2.1　检修电冰箱压缩机组件的图解演示 …… 97
5.2.2　电冰箱压缩机组件的检修案例训练 …… 102
第 6 章　掌握电冰箱节流及闸阀组件的检修方法 …… 110
6.1　电冰箱节流及闸阀组件的检修分析 … 110
6.1.1　电冰箱节流及闸阀组件的结构特点 …… 110
6.1.2　电冰箱节流和闸阀组件的检修流程分析 …… 116
6.2　电冰箱节流和闸阀组件的检修方法 … 120
6.2.1　检修电冰箱节流和闸阀组件的图解演示 …… 120
6.2.2　检修电冰箱节流和闸阀组件的检修案例训练 …… 125
第 7 章　掌握电冰箱热交换组件的检修方法 …… 130
7.1　电冰箱热交换组件的检修分析 …… 130
7.1.1　电冰箱热交换组件的结构特点 … 130
7.1.2　电冰箱热交换组件的检修流程分析 …… 135
7.2　电冰箱热交换组件的检修方法 …… 137
7.2.1　检修电冰箱热交换组件的图解演示 …… 137
7.2.2　检修电冰箱热交换组件的检修案例训练 …… 143
第 8 章　掌握电冰箱电路部分的检修方法 …… 147
8.1　掌握电冰箱电源电路的检修方法 …… 147
8.1.1　电冰箱电源电路的检修分析 …… 147
8.1.2　电冰箱电源电路的检修方法 …… 156
8.2　掌握电冰箱控制电路的检修方法 …… 174
8.2.1　电冰箱控制电路的检修分析 …… 174

8.2.2　电冰箱控制电路的检修方法 …… 181
8.3　掌握电冰箱操作显示电路的检修方法 …… 201
8.3.1　电冰箱操作显示电路的检修分析 …… 201
8.3.2　电冰箱操作显示电路的检修方法 …… 207
8.4　掌握电冰箱变频电路的检修方法 …… 224
8.4.1　电冰箱变频电路的检修分析 …… 224
8.4.2　电冰箱变频电路的检修方法 …… 231

第 1 章　了解电冰箱维修的行业特色

1.1　电冰箱维修人员的就业出路

1.1.1　电冰箱维修人员的社会需求

随着电子信息技术的发展，人们生活水平的提高，电冰箱作为极具代表性的家用电器产品在社会生产和生活中的作用越发显著，已经成为人们日常生活中不可或缺的家用电器之一。尤其是近些年，国家政策对家电生产企业的大力扶植和人们需求程度的不断升温，使得电冰箱的社会占有量激增。各种品牌、各种型号、各种功能的电冰箱层出不穷，如图 1-1 所示为典型电冰箱的实物外形。

图 1-1　电冰箱

电冰箱产品的丰富和广泛使用直接带动了电冰箱生产、销售、维修等一系列产业的发展。社会迫切需要大量的专业技术人员从事到电冰箱的生产、销售、维修岗位上。

1. 电冰箱生产方面

电冰箱是非常典型的家用电器产品，其内部是由很多管路部件和电气部件组合而成。为满足人们不断增长的需求，电冰箱功能越来越强大，电冰箱的型号品种也越来越多。

而随着生产工艺的现代化，特别是现代化设备投入到生产环节，电冰箱的生产周期缩短，出于对生产成本的考虑，许多电冰箱生产厂商都采取按需生产的原则，即直接按照订单

组织生产。虽然从表面上看，现代化生产设备的参与，大规模生产线集中运作，缩短了生产周期，降低了生产成本，但对于从事电冰箱生产调试的人员来说却提出了更高的要求。首先，需要从事电冰箱生产调试的人员具备电路识图的能力，能够根据电冰箱生产装配图完成生产，其次要求从事电冰箱生产的人员具备熟练的操作技能，能够使用各种加工及焊接工具，能够掌握不同的安装、焊接方法。最后，就是掌握各种测量仪表的使用方法，能够根据电冰箱的电路图或调试操作图，正确操作设备完成对电冰箱的检测调试工作。

可见，现代化的生产已经不再是原先简单功能部件的插装、连接，也不再是一个生产图纸可以执行好几个月甚至好几年不变。这给生产企业带来了极大的困扰，毕竟在短时间内将工作人员培训到具备专业的技术水平不是一件易事。如果具备电冰箱维修的知识和技能水平，那么对于上手从事生产、调试则非常简单。因此，对于从事电冰箱生产的企业来说，招聘具备电冰箱维修技能的人员是首选。

2. 电冰箱销售方面

电冰箱的品牌琳琅满目，面对众多品牌的相互竞争，如何能够将自己品牌的电冰箱销售出去是非常关键的。

与传统产品的销售不同，电冰箱作为智能化的电器产品，不同的配置、不同的性能参数都使得电冰箱具备不同的特点。如何能够将这些功能演示出来，将这些参数运用通俗的语言解释给消费者则成为销售制胜的“法宝”。

如果具备电冰箱维修的基础，那么将会非常了解电冰箱的使用、调试以及各功能部件所实现的功能，非常明白什么是衡量电冰箱性能的因素，非常清楚性能参数背后的真实含义。

试想，从专业的角度对电冰箱进行性能的解读和功能的展示，势必会极大地促进电冰箱的销售。

因此，目前许多大的卖场和电冰箱生产厂商已经意识到专业技术对销售工作的重要性，特别青睐于具备电冰箱维修技术的人员从事电冰箱的销售工作。

3. 电冰箱售后维修方面

既然是电器产品，就会受到人为因素以及机器自身因素的影响，难免会出现故障。一旦出现故障，就需要对产品进行维修。

对于电冰箱而言，其管路部分关联比较复杂，对维修人员有着很高的要求，必须具备一定的管路结构分析能力、专用管路焊接加工工具使用能力、充注制冷剂抽真空等工艺的操作能力等。

如果从头开始培训，势必会花费很大的精力和成本。加之电冰箱更新换代的速度很快，对于维修技能的培训周期就更需要缩短。而且，电冰箱的市场占有率越高，电冰箱出现故障需要维修的几率也越高，也就是说，会需要大量维修技术人员。

因此，如果具备电冰箱维修技术，那么可以非常轻松地通过售后维修部门的面试，经过很短的培训就可以上岗工作。

综上所述，可以看出，电冰箱的普及带来了巨大的市场需求，为广大学习者提供了非常多的就业岗位，越来越多的人开始投身到电冰箱的生产、销售、维修的岗位中。如何能够在这其中找到优势，其关键就是对电冰箱维修技术的掌握程度。

毕竟作为实用技能型岗位，对于专业知识和操作技能的考核是最重要的，能够掌握扎实的电冰箱维修技能，便为就业提供了良好的保障。

1.1.2　电冰箱维修人员的就业指导

电冰箱市场的丰富为电冰箱维修人员提供了广阔的就业空间。电冰箱维修人员在从事维修相关工作之前，需要具备一定的文化知识，通过阅读专业书籍、教学光盘、网络资源或培训机构培训等途径系统学习维修知识，具备电冰箱的故障应对能力。考取国家认可的从业资格认证后，即可应聘进入专业的电冰箱生产或售后企业工作，或通过工商部门申办执照对外开设电冰箱维修的服务。

如图 1-2 所示为电冰箱维修人员进阶与从业上岗的流程。

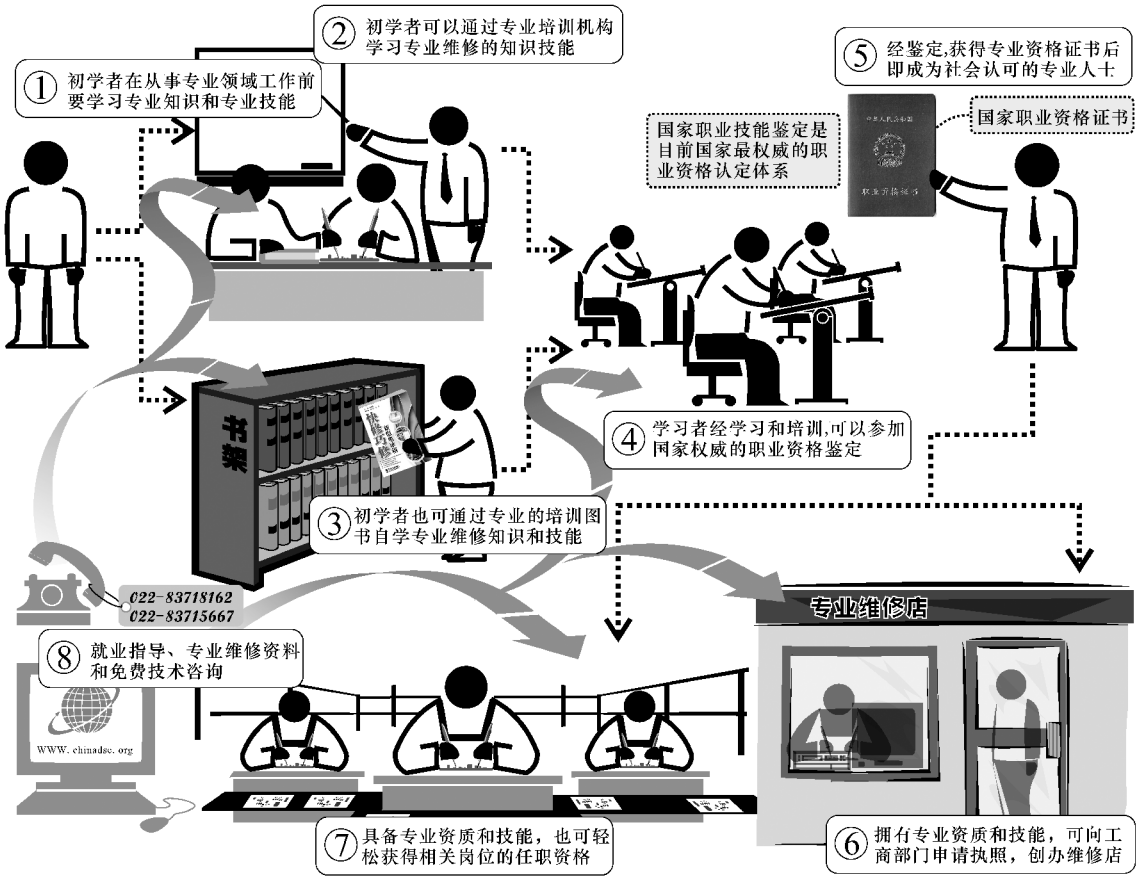


图 1-2　电冰箱维修人员进阶与从业上岗的流程

1. 电冰箱维修人员的考证与进阶

电冰箱维修人员在系统学习维修知识后，可根据自身需要选择考取资质证书。目前，在电冰箱维修的资质认证方面，比较权威的是国家职业技术资格认证。

如图 1-3 所示为国家职业资格证书。国家职业资格证书是表明劳动者具有从事某一职业所必备的学识和技能的证明。它是劳动者求职、任职、开业的资格凭证，是用人单位招聘、录用劳动者的参考依据。职业资格证书是一种特殊形式的国家考试制度。对合格者授予相应的国家职业资格证书。

电冰箱维修人员可报考国家职业资格中的家用电器产品维修工专业的相关技术资格。根据国家规定，国家职业资格（家用电器产品维修工）共设 5 个等级，分别为：初级（国家职业资格五级）、中级（国家职业资格四级）、高级（国家职业资格三级）、技师（国家职业资格二级）、高级技师（国家职业资格一级）。电冰箱维修人员应根据自身学历、工作经验报考相应的等级和进阶。

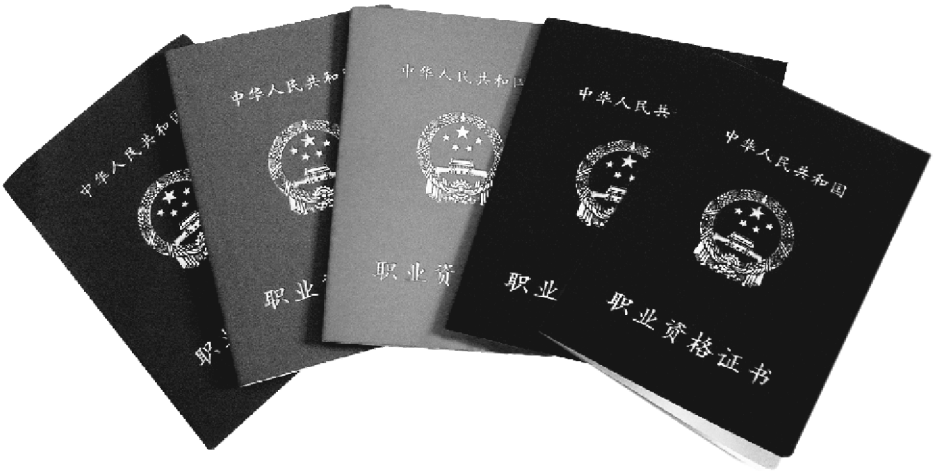


图 1-3　国家职业资格证书

国家职业资格证书是按照国家制定的职业技能标准或任职资格条件，通过政府认定的考核鉴定机构，对劳动者的技能水平或职业资格进行客观公正、科学规范的评价和鉴定。

2. 电冰箱维修人员的开店与应聘

电冰箱维修人员具备专业资质和技能后，可从事电冰箱维修相关工作。

（1）创办维修店

电冰箱维修人员具有职业资质后，可以创办维修店，从事电冰箱维修工作。创办维修店主要包括准备注册资金、选址、办照缴税、置办工具等方面。

① 准备注册资金。根据开店的规模确定，个体经营维修店不需要注册资金，有限责任公司需要最低 10 万元的注册资金。

② 选择地址。创办维修店应选择好店面，客流量大的店面收益高，房价和租金也高；客流量小的店面收益小，房价和租金也低。如果是自己的房子，应提供房产证复印件，如果是租赁的房子，需提供租房证明。

③ 办照缴税。携带资格证、寸照及身份证复印件，到店面所属地工商分局办理营业执照，办理执照需要为店面起名，由于店名是不能重复注册的，建议多准备些认可的店名到工商部门查询确认。

然后到国税局和地税局办理税务登记证，按规定缴税。如果办照人为残疾人、应届毕业生、下岗工人等政策规定的特殊人群，可申请减免税。

④ 置办工具仪表。电冰箱维修人员应根据维修项目的不同，置办维修工具和仪表，如螺丝刀、电烙铁、扳手、万用表等，以方便快速查找故障原因并维修故障。

（2）应聘电冰箱维修相关工作

作为电冰箱维修人员，可以从事与电冰箱制造、维修有关的工作，也可在专业技术培训机构或技术学校、企业从事相关工作，例如家电售后工程师、家电维修工、家电维修技术培训师等。

图 1-4　电冰箱生产操作工

① 电冰箱制造工作

家用电子产品维修人员可以从事家用电子产品装配相关工作，对家用电子产品进行组装和检验，如图 1-4 所示为电冰箱生产操作工。

② 电冰箱售后工作

电冰箱维修人员可以从事电冰箱售后维修工作，对电冰箱售后进行处理，对故障电冰箱进行维修。

③ 专业技术培训师工作

专业技术培训师可以从事家电维修培训、教材课件编写等教学工作，如图 1-5 所示为电冰箱维修培训讲座。

图 1-5　电冰箱维修培训讲座

1.2　电冰箱维修人员的学习规划

电冰箱维修人员在学习电冰箱维修课程前，应为自己的学习制定合理的学习规划，明确学习电冰箱维修的知识要求和技能要求，以便在最短的时间内掌握电冰箱维修技能。

1.2.1　电冰箱维修人员的知识要求

电冰箱维修人员在学习维修知识时，应明确需要掌握的知识范围，并知道通过哪些途径去掌握这些知识。

1. 电冰箱维修知识的范围

电冰箱的维修知识包括电冰箱的检修准备、基本方法、注意事项、结构特点、工作过程以及各部件各电路的检修分析和检修方法。

（1）检修准备

在学习电冰箱检修之前，应首先了解检修电冰箱需要哪些工具、这些工具在检修的哪个环节中可以得到应用、电冰箱的哪些部位容易出现故障。这样不仅了解了检修工具的类型和故障特点，还能对电冰箱的检修有一个初步的认识。

（2）基本方法

了解了检修工具和故障特点后，还应熟悉电冰箱检修的基本方法，在检修中灵活运用。

（3）注意事项

了解电冰箱检修的注意事项，有助于提醒电冰箱维修人员，在拆卸和检修中减少错误操作，并注意人身和设备安全。

（4）结构特点

电冰箱出现故障进行拆卸时不能盲目乱拆，应根据电冰箱的结构特点进行拆卸。

（5）工作过程

在检修前应了解电冰箱的工作过程，识别电冰箱的电路系统和管路系统的具体结构和关系。

2. 电冰箱维修知识的学习

电冰箱维修人员可通过多种途径学习维修知识，常见的学习媒介有书籍、光盘、网络视频、培训班、电话咨询等。

（1）书籍

书籍作为最传统的知识传播媒介，是人类进步的阶梯，具有价格低廉、易于保存、可重复学习的特点。在选购时，建议选择图文并茂的书籍，最好配合实物边学边操作，可以提高学习的效率，如图 1-6 所示为典型的电冰箱维修书籍。

（2）光盘

光盘是近几年随着计算机的普及逐步发展起来的知识传播媒介，通常可以记录维修的全过程，生动形象，如同跟随老师傅学习，且可以重复观看。光盘的推广在很大程度上弥补了学员文字理解能力的不足。很多技术书籍出版社推出相应的技术光盘，在选择时可电话或信函咨询工作人员，如图 1-7 所示为典型电冰箱教学光盘。

图 1-6　典型的电冰箱维修书籍

图 1-7　典型电冰箱教学光盘

（3）网络视频

网络的普及使远程教育更为便捷，学习时可根据自身需要在网络中搜索，或选择专业技术网站，如数码维修工程师官方网站 www. chinadse. org 进行系统学习，如图 1-8 所示为网络资源中的在线教育。

（4）培训班

报名参加培训班可以得到教师一对一的指点，但培训班受时间和地域限制较多，建议在选择培训班时安排好自己的时间，就近学习。

（5）电话咨询

电话咨询是电冰箱维修人员学习的辅助工具，在遇到疑难问题时，可咨询权威教学机构

图 1-8　网络资源中的在线教育

或书籍光盘的作者，得到更详细的解释。建议咨询时汇总所遇到的问题，有针对性地提问，以便得到具体解答，将疑问一一击破。

1.2.2　电冰箱维修人员的技能要求

通过学习，电冰箱维修人员掌握了基本的维修知识，为电冰箱维修操作打下了良好的理论基础。要想成为一名合格的电冰箱维修工，必须掌握工具使用、故障判断、电冰箱拆卸、电路检测、元器件维修、元器件代换等技能。

1. 工具使用

工具使用是电冰箱维修的基础，在认识了基本使用工具后，需要进行工具使用的实际操作，将知识转化成技能。

2. 故障判断

故障判断是电冰箱维修过程中的关键，对出现故障的电冰箱，应首先询问并观察故障电冰箱的故障表现，根据故障现象，结合掌握的知识判断电冰箱的故障电路或部件。

3. 电冰箱拆卸

电冰箱通常由固定螺钉、卡扣和金属卡子进行固定，掌握电冰箱的拆卸技能要求电冰箱维修人员正确判断固定方法并对电冰箱进行拆卸。

4. 电路检测

电路检测是电冰箱维修的基本项目，要求维修人员能够读懂电路图，了解电路的原理，并分析电流和信号走向，根据电流和信号走向确定检测点。检测时还要求维修人员正确使用检测仪表，如图 1-9 所示。

5. 管路检修

电冰箱管路系统的检修是电冰箱维修中的难点，在检修前，应根据电冰箱的整机结构和工作原理识别电冰箱管路系统中的主要部件，检修时可参考维修书籍或产品维修手册拆卸电

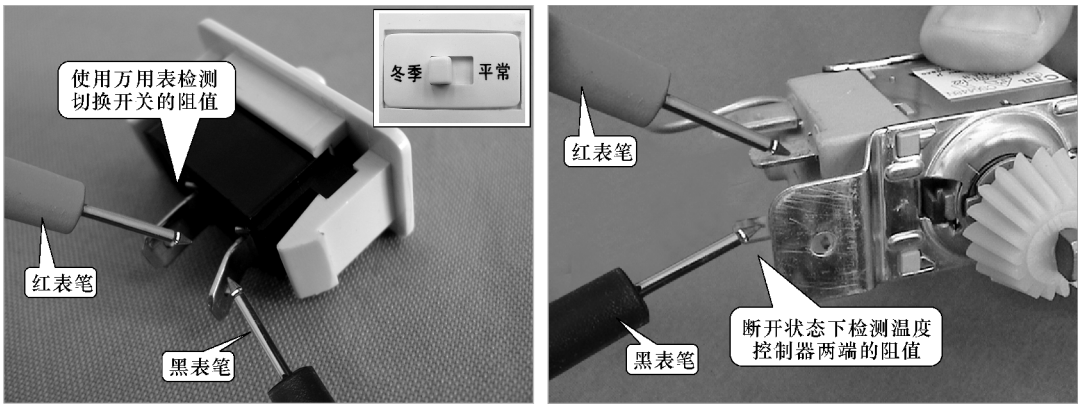


图 1-9　电冰箱的电路检测

冰箱的管路系统，了解该管路系统中易于损坏的部位，然后在拆卸过程中逐级排查。检修时还要求维修人员正确使用螺丝刀、扳手等拆卸工具，如图 1-10 所示。

图 1-10　机械部件检修

第 2 章　建立电冰箱的检修思路

2.1　电冰箱的检修准备

在学习电冰箱的检修之前，应首先认识电冰箱的检修工具，掌握检修工具的基本用途，同时明确电冰箱的故障特点，以查找故障进行维修。

2.1.1　熟悉电冰箱的检修工具

维修人员在对电冰箱进行检修时，经常会用到拆装工具、加工工具、焊接工具、检修仪表、电冰箱专用检修工具、清洁工具、辅助工具等。

1. 拆装工具

拆装工具用于电冰箱的拆卸、安装和移机，主要包括螺丝刀、钳子、扳手等。

（1）螺丝刀

螺丝刀主要用来拆卸电冰箱外壳以及电路板上的固定螺钉，如图 2-1 所示。常用的螺丝刀有“十字”和“一字”两种，大小尺寸有多种规格，一般应根据实际应用进行选用。

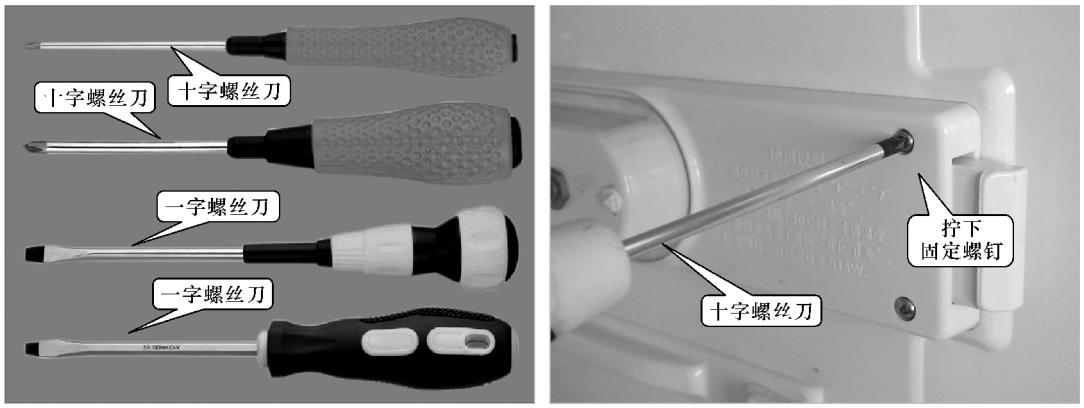


图 2-1　常用螺丝刀实物外形及使用

（2）钳子

钳子可用来拆卸电冰箱连接线缆的插件或某些部件的固定螺栓，在焊接电冰箱管路时，也可用来夹取制冷管路，常用的几种钳子如图 2-2 所示。

（3）扳手

在对电冰箱进行维修操作时，经常用到的扳手包括固定扳手、活扳手等，通常用于拆卸或紧固电冰箱上的一些大型螺栓或阀门开关等，其实物外形和使用方法如图 2-3 所示。

2. 加工工具

加工工具用于管路的切割、修边和管口胀管、扩口，主要包括切管器、管子修边器、胀

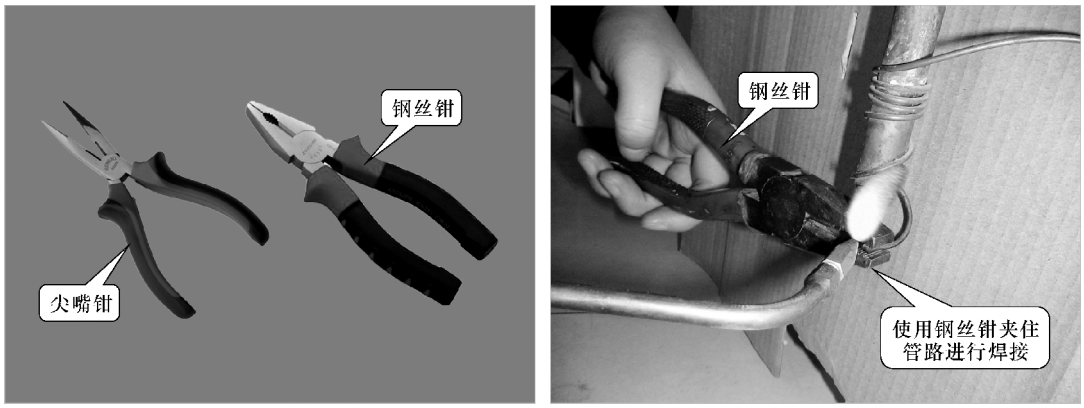


图 2-2　常用钳子的实物外形及使用

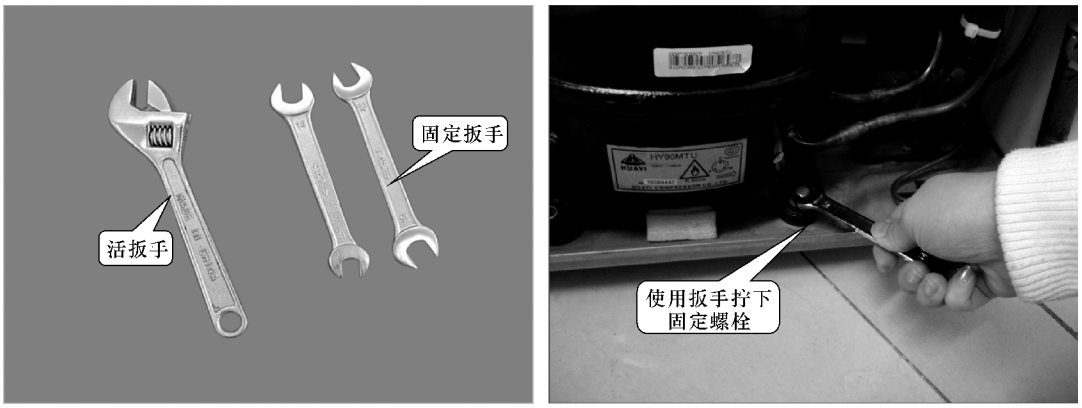


图 2-3　扳手的实物外形及使用

管扩口器、弯管器、封口钳、压接钳等。

（1）切管器

切管器主要用于电冰箱制冷铜管的切割。在对电冰箱进行维修时，经常需要使用切管器切割不同长度和不同直径的铜管，如图 2-4 所示，可以看到，其主要由刮管刀、滚轮、刀片及进刀旋钮组成。

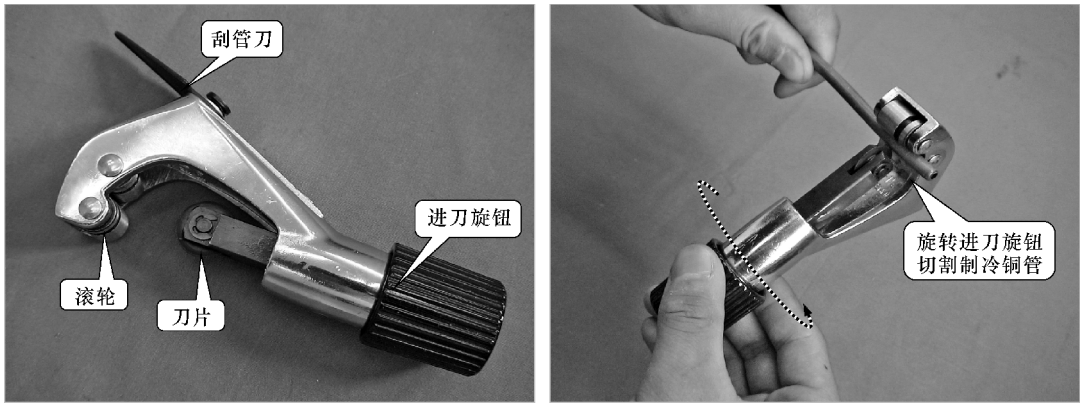


图 2-4　切管器的实物外形及使用

（2）管子修边器

管子修边器主要用于对切割后的管路进行磨边处理，去除管口上的毛刺，以免对焊接造成影响，其实物外形和使用方法如图 2-5 所示。

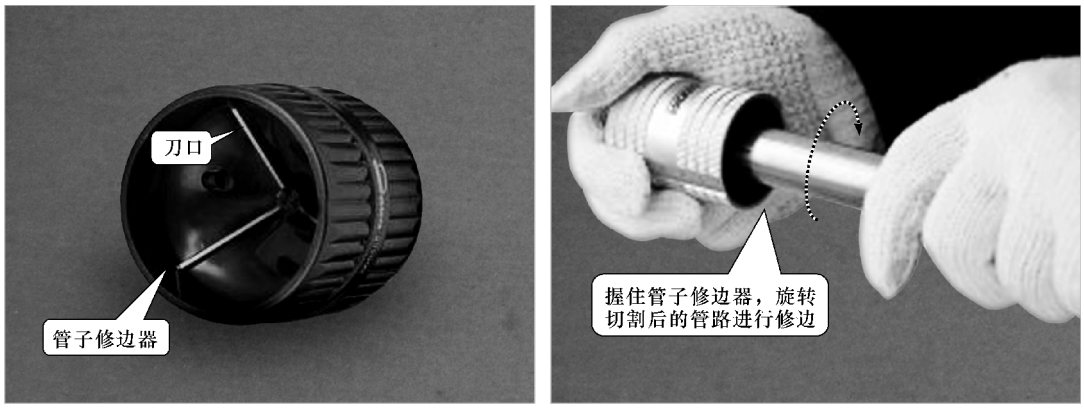


图 2-5　管子修边器的实物外形及使用

（3）扩管组件

扩管组件主要用于连接两段直径相同的铜管时，将其中一根铜管的连接口进行扩口，以便与另一根铜管良好插接，扩管组件主要包括顶压器、顶压支头和夹板。其实物外形及使用方法如图 2-6 所示。

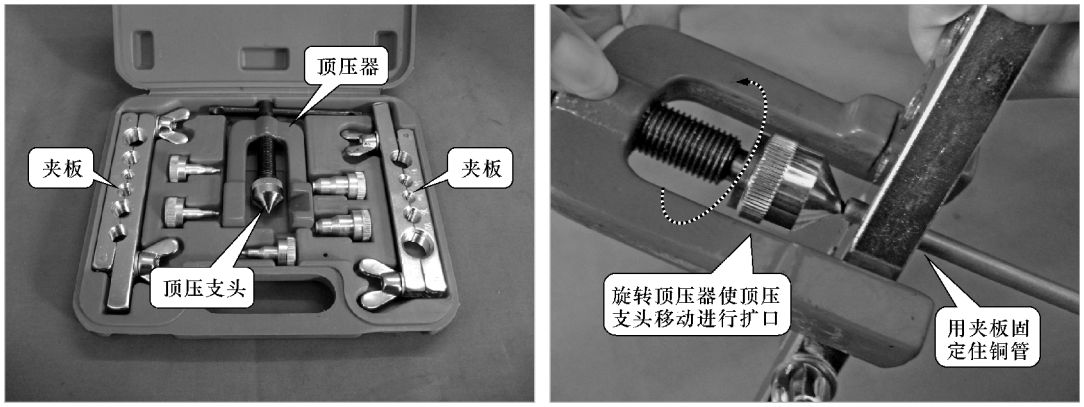


图 2-6　扩管组件的实物外形及使用

（4）弯管器

在进行电冰箱管路的焊接操作时，经常会用到不同弯曲形状的铜管，此时就会使用到弯管器对铜管进行加工，使其达到所需要的弯曲形态，如图 2-7 所示即为弯管器的实物外形及使用方法。

提示：

电冰箱的制冷管路经常需要弯制成特定的形状，而且为了保证系统循环的效果，对于管路的弯曲有严格的要求。通常管路的弯曲半径不能小于其直径的 3 倍，而且要保证管道内腔不能变形。

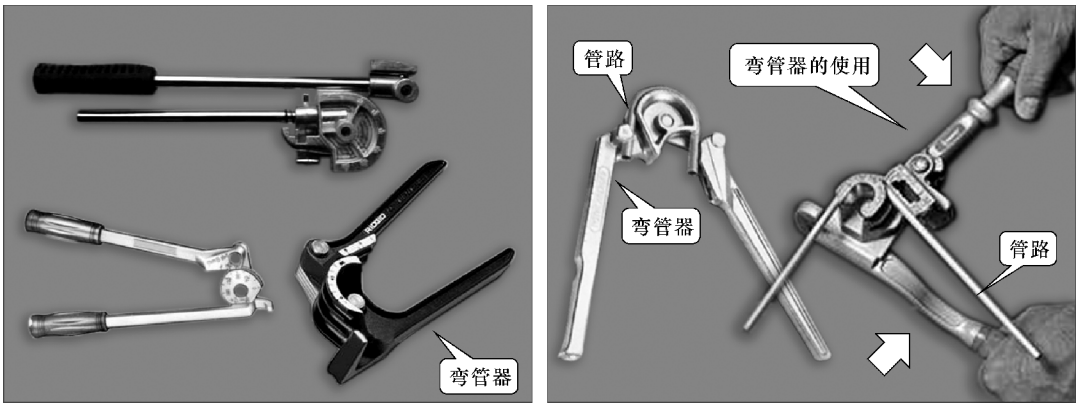


图 2-7　弯管器

（5）封口钳

在对电冰箱进行各种检修操作后，通常会在压缩机的工艺管口处连接压力表，来测试管路压力是否正常，当测试完成，确定电冰箱运行正常后，必须将电冰箱上所接的压力表取下，但又不能让电冰箱中的制冷剂泄漏，此时就需要使用封口钳将靠近压缩机工艺管一端的连接管的管口封死，其实物外形及使用方法如图 2-8 所示。

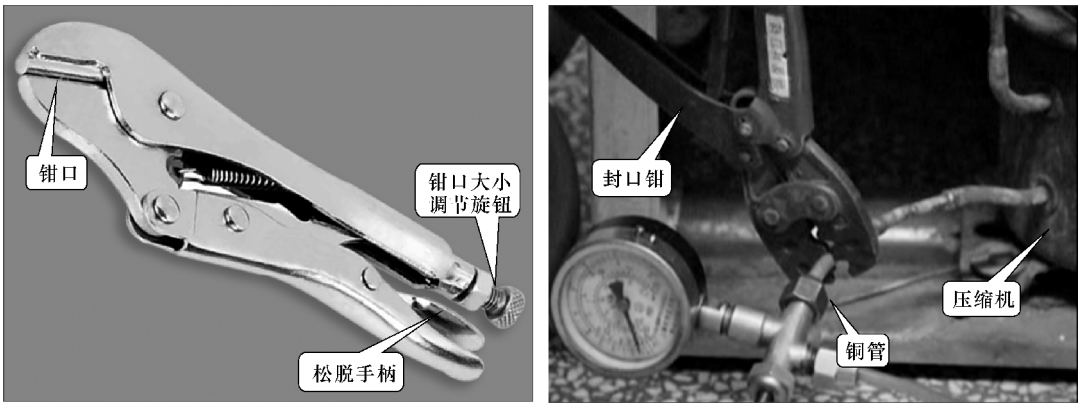


图 2-8　封口钳

（6）压接钳

压接钳是电冰箱检修中常用的管路加工工具之一，一般应用于封口钳操作之后，在已封闭的压缩机工艺管口处套入涂有密封液的洛克环，使用压接钳对洛克环进行压接，完成工艺管口的封口操作，其实物外形及使用方法如图 2-9 所示。

3. 焊接工具

焊接工具用于电冰箱维修中管路和电子元器件的焊接，主要包括气焊工具、电烙铁、焊料等。

（1）气焊工具

气焊工具是电冰箱管路焊接中常用的焊接工具，包括氧气瓶、燃气瓶和焊枪，其实物外形及使用方法如图 2-10 所示。

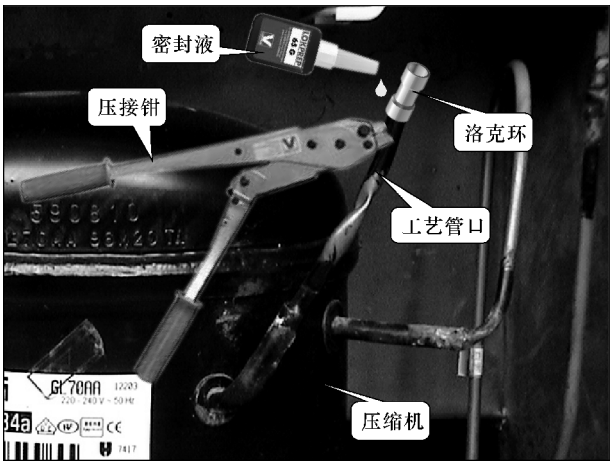


图 2-9　压接钳的实物外形及使用

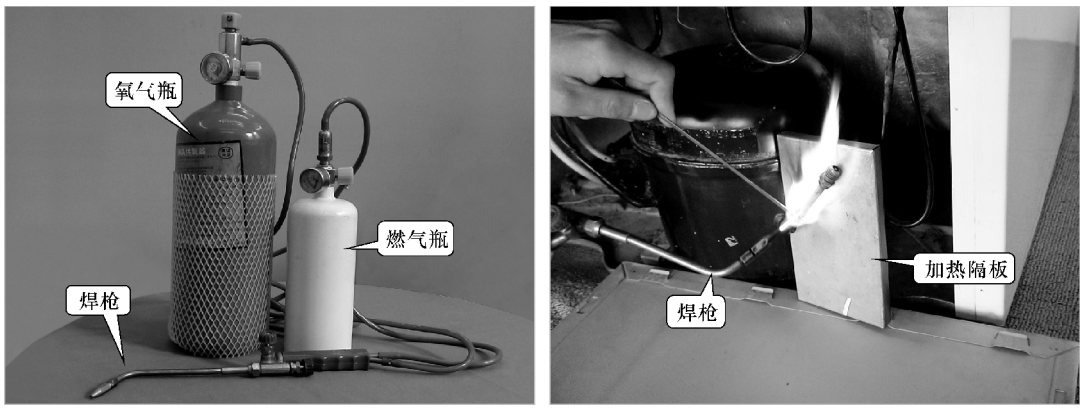


图 2-10　气焊工具的实物外形及使用

（2）电烙铁

对电冰箱电路部分的元器件进行拆焊或焊接操作时，电烙铁是最常使用到的焊接工具，其实物外形及使用方法如图 2-11 所示。电烙铁的体积较小，尤其是烙铁头比较小而且尖细，预热时间短，功率小，适合焊接小面积的焊点。

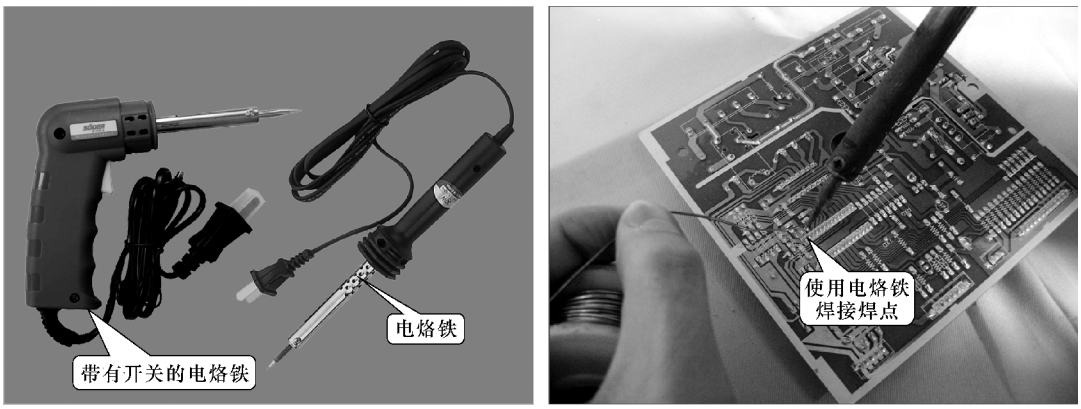


图 2-11　电烙铁的实物外形及使用

（3）焊料

焊料是指用于焊接的金属材料，多为金属条或金属丝，其实物外形及使用方法如图 2-12 所示。

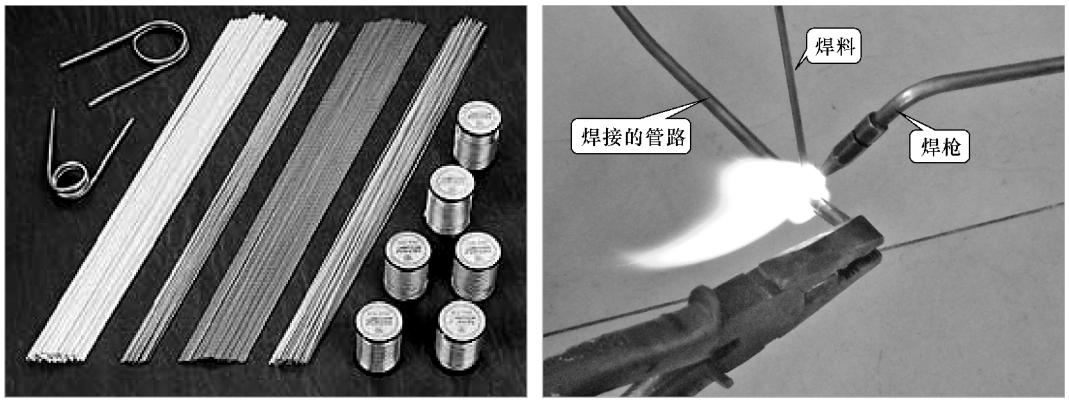


图 2-12　焊料的实物外形及使用

4. 检修仪表

检修仪表可用于检测电冰箱的电阻值、电压值、信号波形、对地阻值、温度等数据，以便根据数据判断电冰箱的工作状态是否正常，常用的检修仪表有万用表、示波器、钳形表、兆欧表和电子温度计。

（1）万用表

万用表是检测电冰箱电气系统的主要工具，电路是否存在短路或断路故障，电路中元器件性能是否良好，供电条件是否满足等，都可使用万用表来进行检测，其实物外形及使用方法如图 2-13 所示。

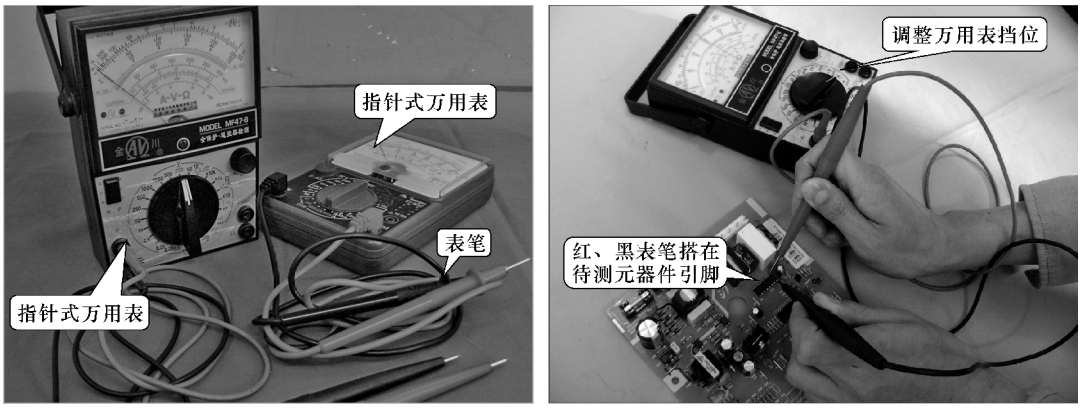


图 2-13　万用表的实物外形及使用

（2）示波器

在电冰箱电路的检修中，使用示波器可以方便、快捷、准确地检测出各关键测试点的相关信号并以波形的形式显示在示波器的荧光屏上。通过观测各种信号的波形即可判断出故障点或故障范围，其实物外形及使用方法如图 2-14 所示。

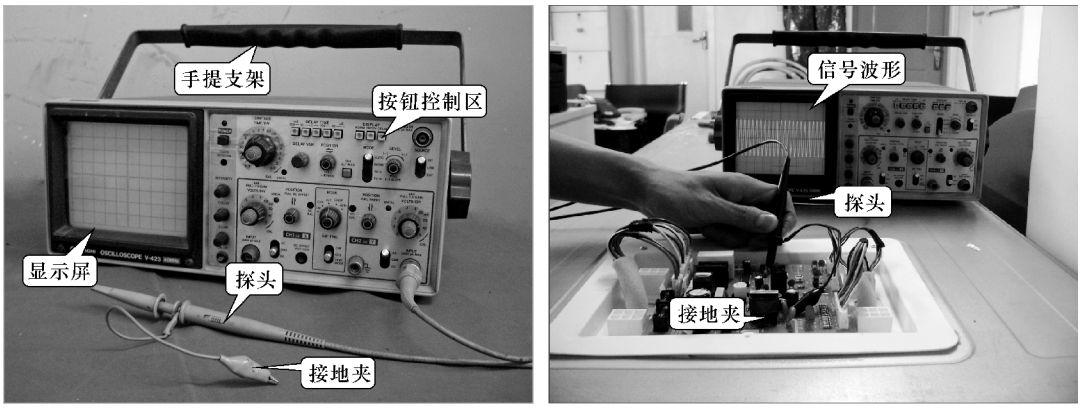


图 2-14　模拟示波器的实物外形及使用

（3）钳形表

钳形表也是检修电冰箱电气系统时的常用仪表，由于其钳口的设计，可在不断开电路的情况下，方便检测电路中的交流电流，因此在检修电冰箱时可用于检测电冰箱整机的启动电流和逆行电流等，以及压缩机的启动电流和逆行电流，其实物外形及使用方法如图 2-15 所示。

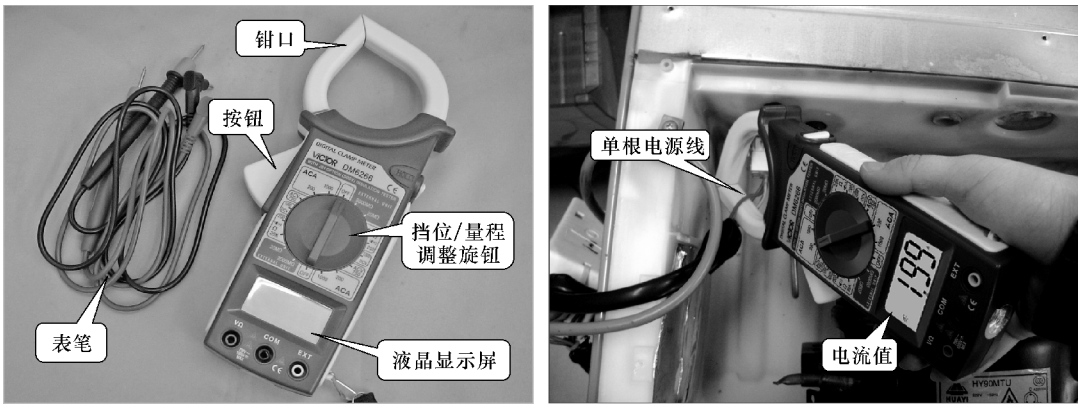


图 2-15　钳形表的实物外形及使用

（4）兆欧表

兆欧表主要用于对绝缘性能要求较高的部件或设备进行检测，用以判断被测部件或设备中是否存在短路或漏电情况等。在检修电冰箱时，主要用于检测压缩机绕组的绝缘性能，如图 2-16 所示。

（5）电子温度计

电子温度计是用来检测电冰箱室内机进风口或出风口温度的仪表，可根据测得温度来判断电冰箱的制冷或制热是否正常，其实物外形及使用方法如图 2-17 所示。

5. 电冰箱专用检修工具

对电冰箱进行检修时，除了常用的工具和仪表，还需要使用电冰箱专用检修工具，对电冰箱进行抽真空、充注制冷剂等。常见的电冰箱专用维修工具包括真空泵（带电子止回阀）、三通压力表阀、组合压力表阀、制冷剂钢瓶、氮气钢瓶、氮气专用减压器（压力表）等。

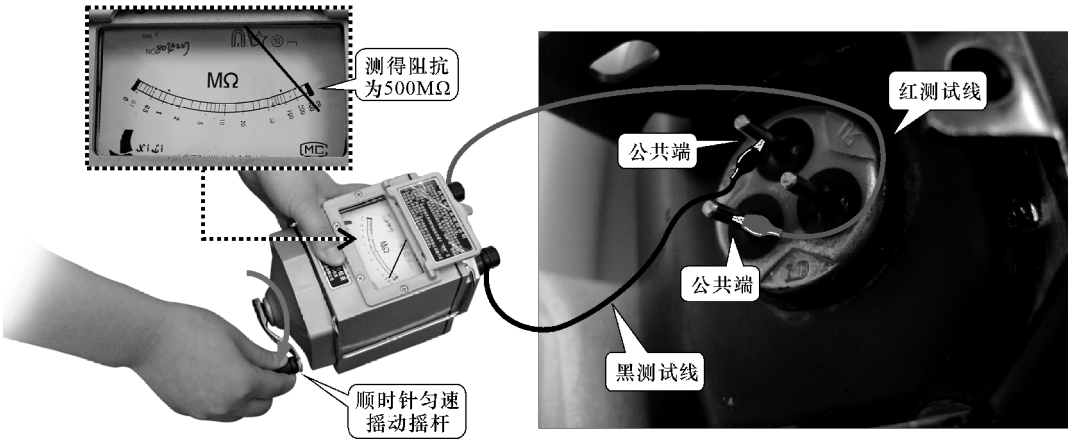


图 2-16　兆欧表的实物外形及使用

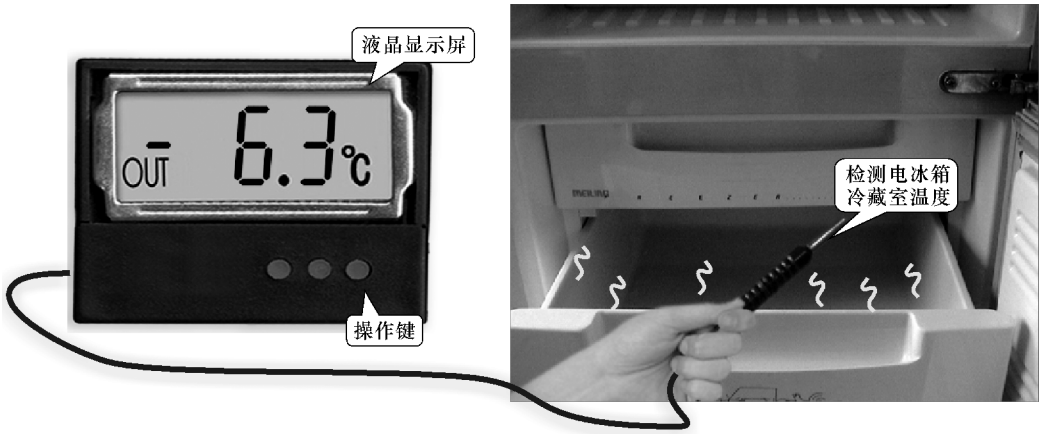


图 2-17　电子温度计的实物外形及使用

（1）真空泵（带电子止回阀）

真空泵用于对电冰箱制冷系统进行抽真空操作，其实物外形如图 2-18 所示。电冰箱检修中常用的真空泵的规格为 2 ~4L/s（排气能力）。为防止介质回流，真空泵需带有电子止回阀。

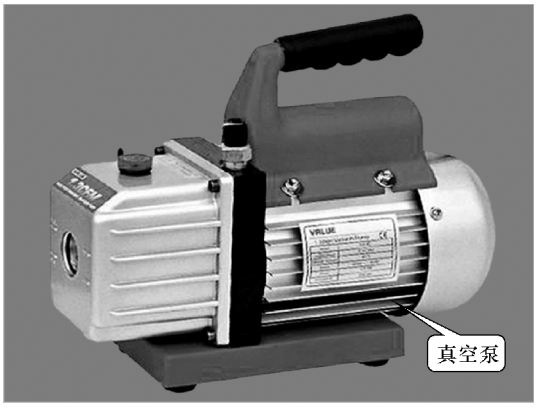


图 2-18　真空泵的实物外形

（2）三通压力表阀

三通压力表阀主要是在电冰箱制冷系统的抽真空、充注制冷剂及测量压力时使用，其实物外形及使用方法如图 2-19 所示，三通压力表阀主要是由三通阀、压力表和阀门三部分组成。压力表的最大量程一般为 0.9 ~2.5MPa 不等，负压均为 0 ~ −0.1MPa。

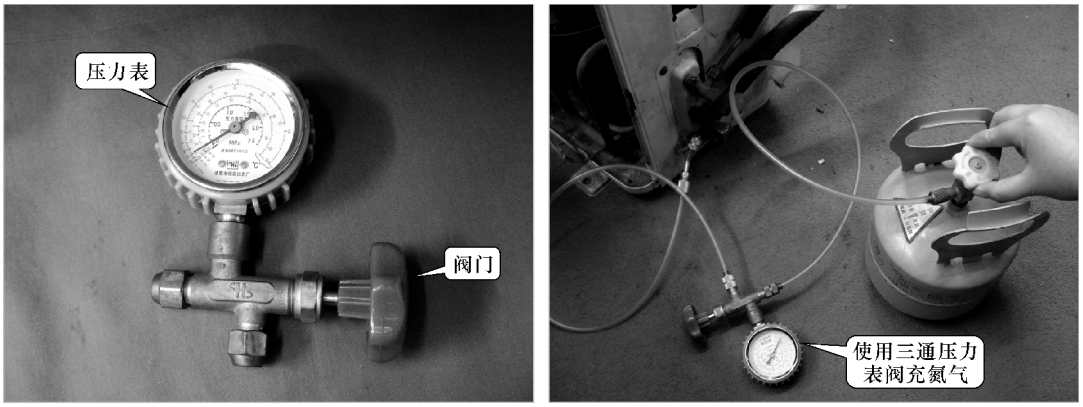


图 2-19　三通压力表阀的实物外形及使用

链接：

为了更加便捷地串接三通压力表阀一些三通压力表阀带有标识“H”、“S”，其中“H”表示连接制冷系统一端，“S”表示连接充注氮气、制冷剂等设备的一端。

（3）组合压力表阀

组合压力表阀是指由高、低压表与控制阀门组合构成的压力表阀，可用于电冰箱维修中充注制冷剂或抽真空时，检测压力和控制流量。组合压力表阀中的低压表、高压表，分别使用蓝、红色控制阀进行控制，其实物外形如图 2-20 所示。

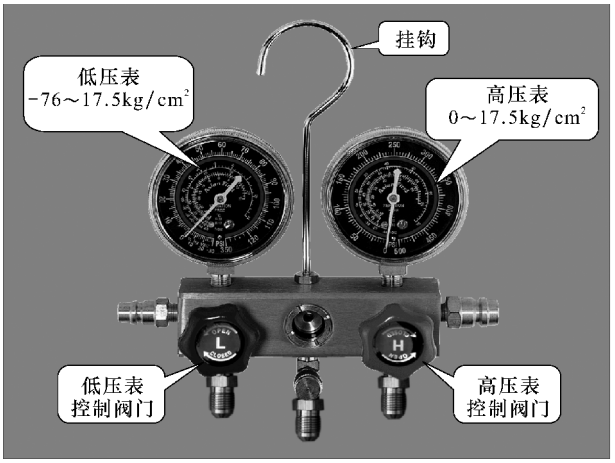


图 2-20　组合压力表阀

链接：

组合压力表阀的控制阀在低压表、高压表中还标有 L、H 标识及阀门旋转方向，L 为低压表控制阀门，H 为高压表控制阀门。

（4）制冷剂钢瓶

制冷剂钢瓶是用来存放制冷剂的专用容器，其实物外形如图 2-21 所示。目前，制冷剂钢瓶的容量主要分为 6kg、20kg、40kg，在进行电冰箱的维修时，可根据实际维修电冰箱的数量及维修使用量选择制冷剂钢瓶的容量。

图 2-21　制冷剂钢瓶

（5）氮气钢瓶

在对电冰箱的管路进行维修时，氮气是必不可少的辅助材料。氮气一般压缩储存在氮气瓶（钢瓶）中，如图 2-22 所示，可用于对电冰箱制冷管路进行吹洗、试压、检漏等操作。在使用过程中，在氮气瓶阀门口处必须接一个减压阀，并根据需要调节氮气瓶的排气压力。每次使用结束后，必须将盛装氮气的钢瓶阀门关闭。

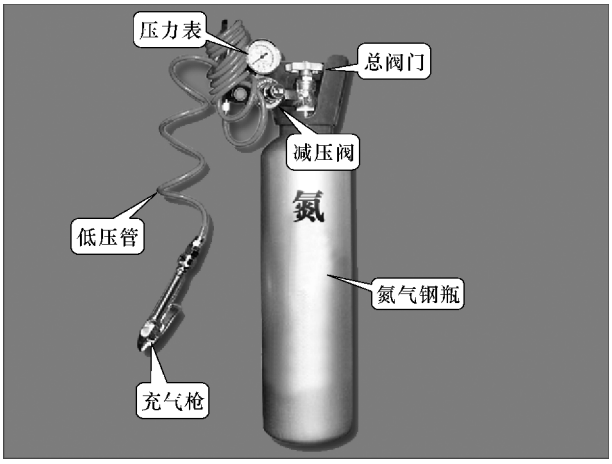


图 2-22　氮气钢瓶的实物外形及使用

链接：

在氮气钢瓶的上部安装有氮气专用减压器，如图 2-23 所示，氮气专用减压器用于将氮气瓶内的高压气体降压后，输出所需的低压气体，在该减压器上设有两块压力表，其中右侧压力表用于指示氮气钢瓶内的压力，而左侧压力表用于指示输出的压力，而输出压力可通过调节转动手柄进行调节。

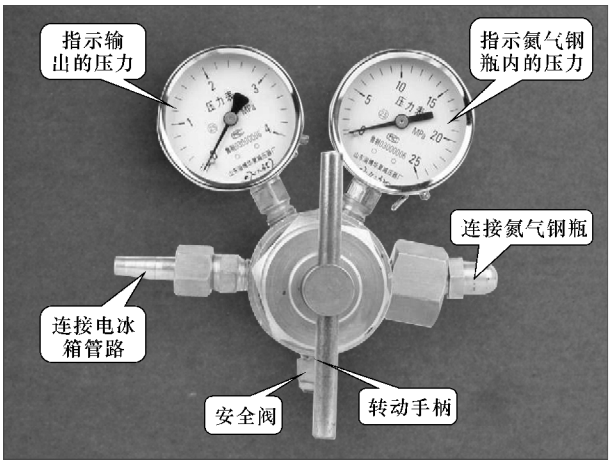


图 2-23　氮气专用减压器

6. 清洁工具

清洁工具用于电冰箱维修过程中对电冰箱管路系统、电路板以及外壳进行清洁，有助于排除脏污，以便对电冰箱进行检测。清洁工具主要包括毛刷、吹气皮囊等。

（1）毛刷

毛刷一般用于清理电冰箱内部的灰尘，便于对内部以及电路进行检修，其实物外形及使用方法如图 2-24 所示。在使用毛刷进行清洁操作时，要考虑刷头的柔韧性，尽量选择比较柔软细腻的刷头，使用时力度要适当。

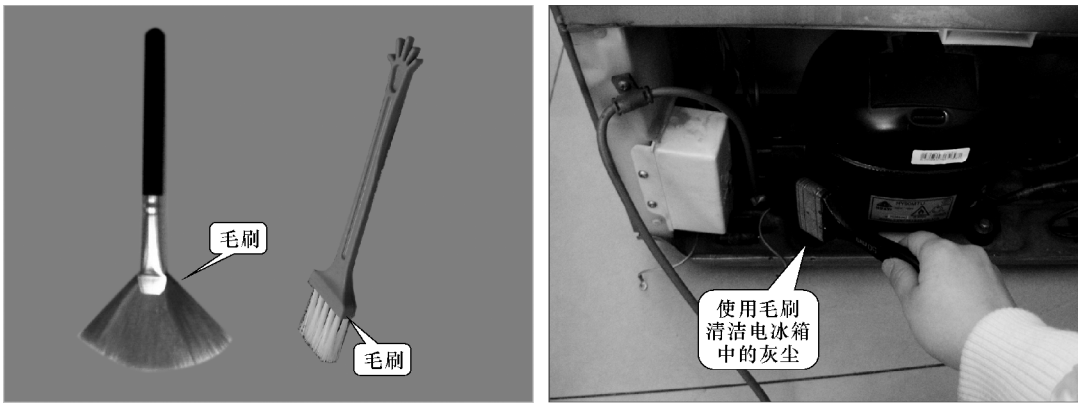


图 2-24　清洁刷的实物外形以及使用

（2）吹气皮囊

吹气皮囊用于清洁电冰箱电路板上一些不易清扫的部位或角落，其实物外形及使用方法如图 2-25 所示。

7. 辅助工具

除了主要工具，在电冰箱维修中还要用到一些辅助工具，如连接软管、真空泵油、检漏工具、“AB”双管胶、密封液、砂纸等。

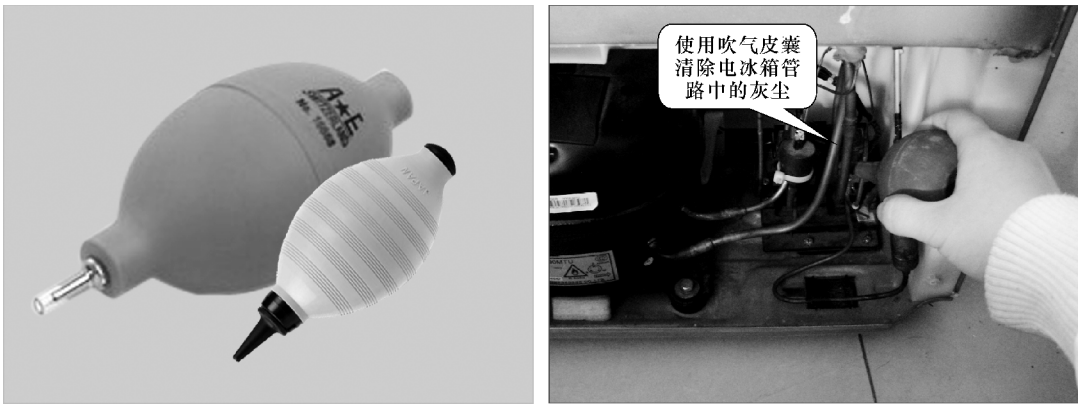


图 2-25　吹气皮囊的实物外形以及使用

（1）连接软管

在维修电冰箱过程中，当需要对管路系统进行充注制冷剂、抽真空、充氮气等操作时，各设备或部件之间的连接均需要用到连接软管（加氟管）。目前，根据连接软管的接口类型不同主要有公制 – 公制连接软管和公制 – 英制连接软管两种，如图 2-26 所示。

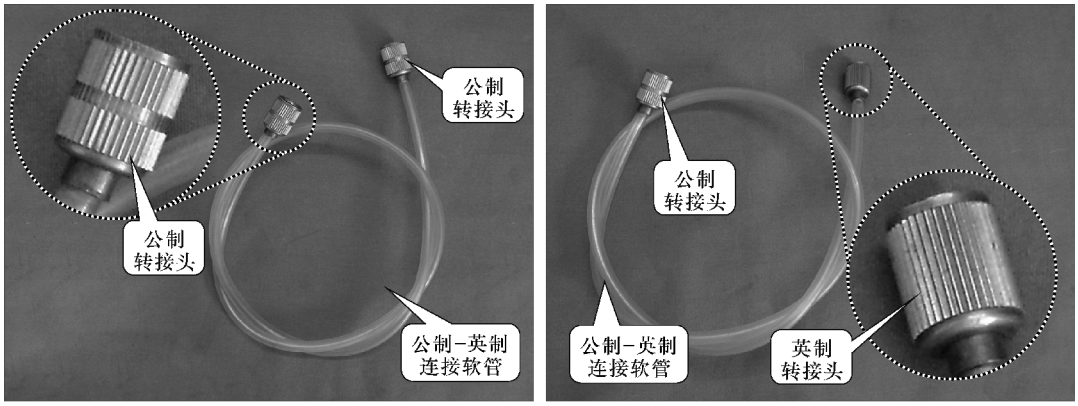


图 2-26　连接软管

提示：

不同接口类型的连接软管适用于不同设备或部件之间的连接，具体操作时，应首先明确设备或部件接口的类型，以此来选用合适的连接软管。

例如，在进行充注制冷剂、抽真空或充氮操作时，由于目前大多制冷剂钢瓶和三通压力表阀接口类型为公制，因此通常用公制 – 公制连接软管完成这两个部件之间的连接；由于电冰箱三通截止阀工艺管口的类型多为英制，因此，通常用公制 – 英制连接软管来完成三通压力表阀和电冰箱三通截止阀工艺管口的连接。

（2）真空泵油

真空泵油是专门为真空设备上的真空泵而研制的特种润滑油，具有稳定性强、抗乳化、防锈、防腐蚀的特点，保证抽真空的效果。其实物外形如图 2-27 所示。由于真空泵油具备以上特性，因此不得使用普通机油代替真空泵油，以保证真空泵的正常使用。

图 2-27　真空泵油的实物外形

（3）检漏仪

检漏仪是检测管路或容器密闭性的仪器，主要用于检测电冰箱的管路部分是否漏气。也可使用洗洁精（或肥皂）与水制成的洗洁精水（或肥皂水）进行检漏，如图 2-28 所示。

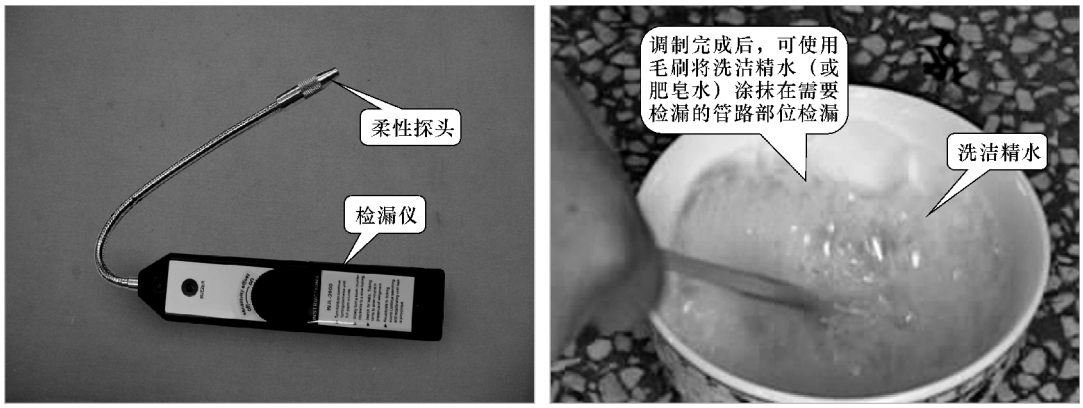


图 2-28　检漏仪和洗洁精水的实物外形

（4）“AB”双管胶

“AB”双管胶主要用于电冰箱管路中泄漏孔或缝隙的修补及电冰箱外壳的黏合，其实物外形和使用方法如图 2-29 所示，可以看出双管胶的外壳分别标有“A”、“B”字符，其中标有“A”字符的为“A”管，标有“B”字符的为“B”管。使用时将“AB”双管胶混合在一起即可使用。

（5）密封液

密封液主要用于电冰箱工艺管口的封口操作中，对洛克环接头和工艺管口连接处的密封，其实物外形和使用方法如图 2-30 所示。

（6）砂纸

在检修电冰箱铝制管路时，若管路中有泄漏孔或缝隙需要修补，应首先使用砂纸将铝制管路泄漏孔或缝隙的周围打磨干净，其实物外形及使用方法如图 2-31 所示。

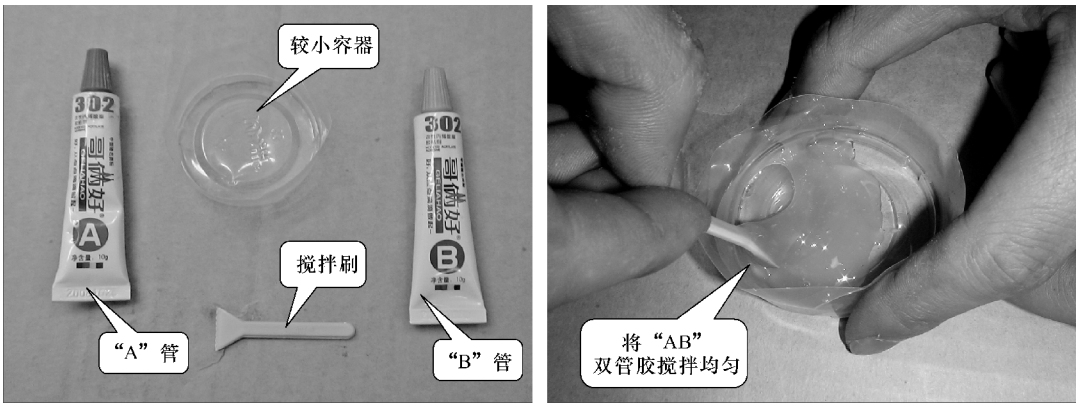


图 2-29　“AB”双管胶的实物外形以及使用

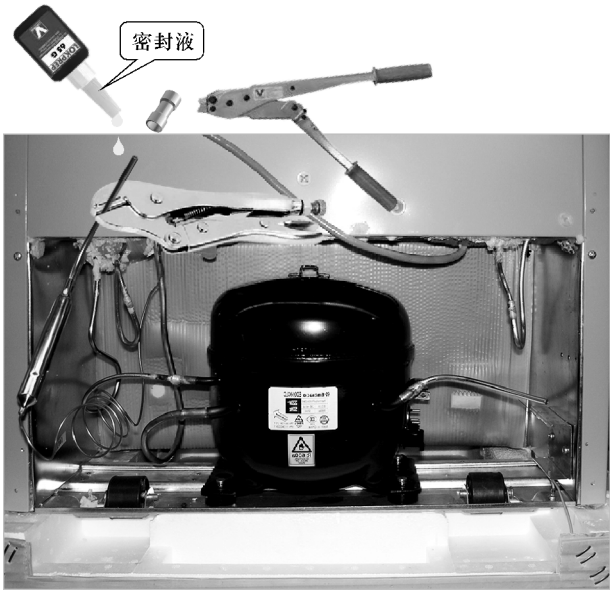


图 2-30　密封液的实物外形以及使用

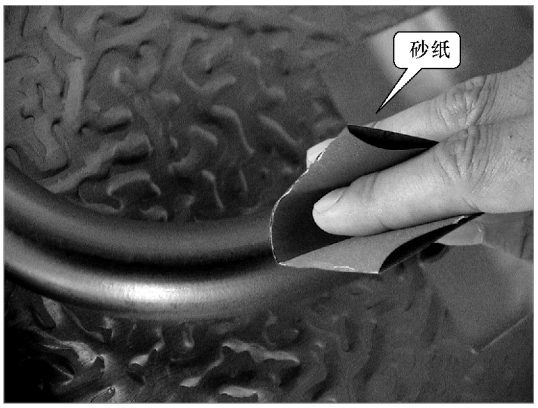


图 2-31　砂纸的实物外形以及使用

（7）泡沫填缝剂

一些电冰箱的蒸发器采用内置式，对其进行检修时需要破坏其隔热层的填充物，因此当修复后，需要重新添加填充物，此时就需用到泡沫填缝剂对电冰箱隔热层的填充，保证电冰箱的制冷效果，如图 2-32 所示为电冰箱中泡沫填缝剂及使用。

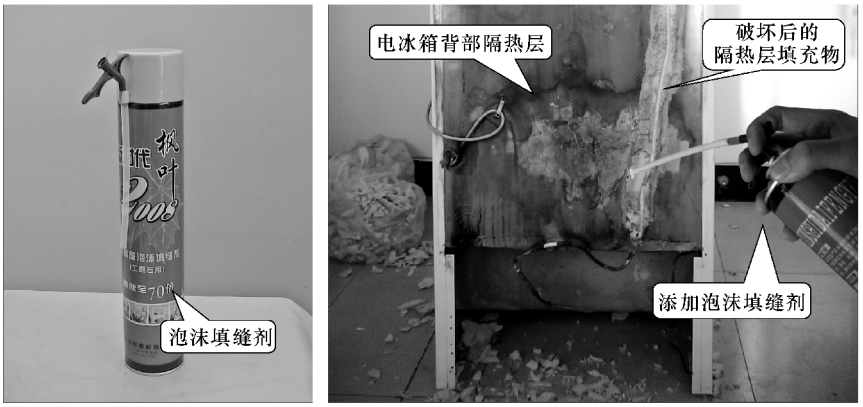


图 2-32　泡沫填缝剂

2.1.2　明确电冰箱的故障特点

电冰箱出现故障后通常会出现不制冷、制冷效果差、不停机、频繁停机、结霜严重、打开电冰箱门照明灯不亮等故障。

1. 电冰箱不制冷的故障特点

电冰箱出现不制冷的故障，主要表现为压缩机有启动声音，但不能进入工作状态，或压缩机无声音且不工作。电冰箱出现不制冷的故障通常是由压缩机不启动、制冷管路存在泄漏或堵塞、启动电容器或继电器损坏，以及控制电路、电源电路有器件损坏或连接不良造成的。排查电冰箱不制冷的故障时，可先检测控制电路和电源电路，然后再对压缩机自身及管路进行检测，如图 2-33 所示。

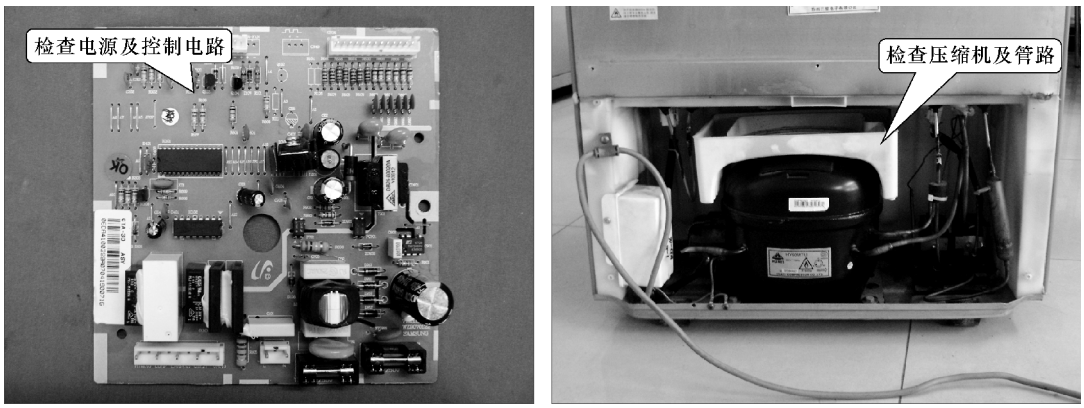


图 2-33　检查电冰箱不制冷的故障

2. 电冰箱制冷效果差的故障特点

电冰箱出现制冷效果差的故障，主要表现为电冰箱能正常运转制冷，但在规定的工作条

件下，其箱内温度不能降到所设定温度。电冰箱出现制冷效果差的故障通常是由门开关损坏、冷凝器泄漏、温度控制器失灵或设置不当等造成的。此外，电冰箱门开关次数过多、食物存放过满也可能导致电冰箱制冷效果差。排查电冰箱制冷效果差的故障时，可首先减少存放食物并保持电冰箱门关闭，排除假故障，然后逐一对门开关、冷凝器、温度控制器进行检查，如图 2-34 所示。

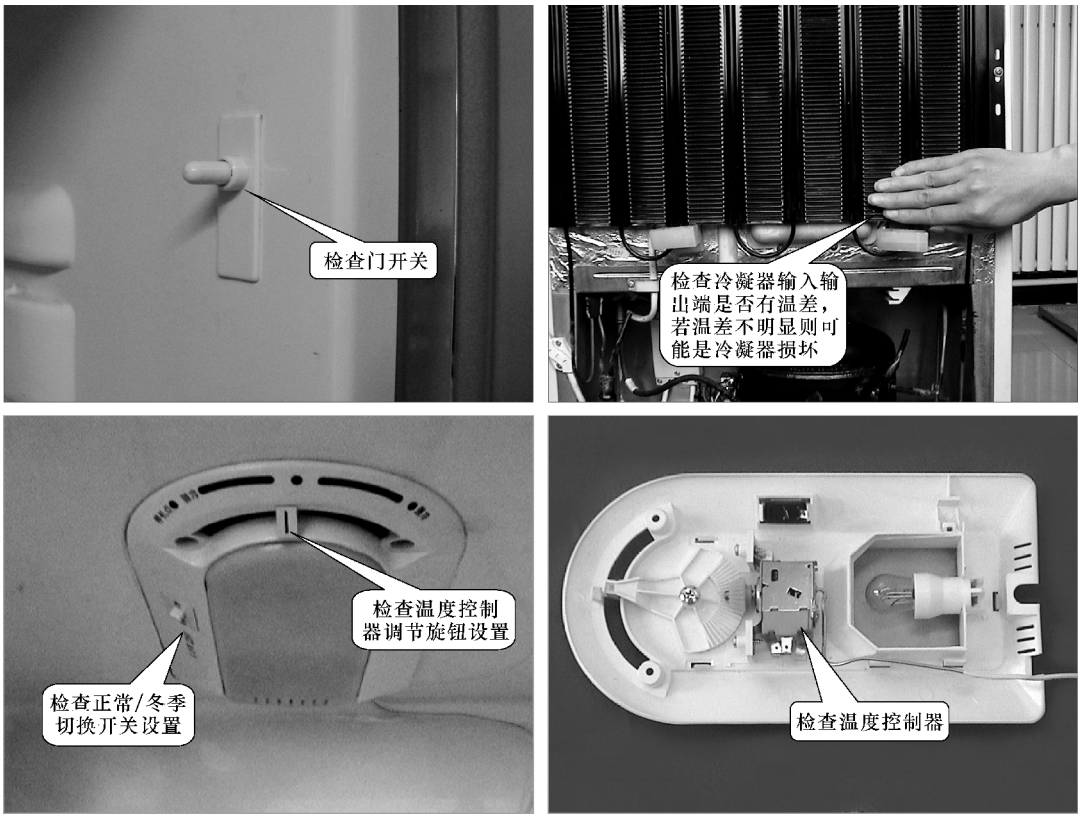


图 2-34　检查电冰箱制冷效果差的故障

3. 电冰箱不停机的故障特点

电冰箱出现不停机的故障，主要表现为压缩机一直运转不停机。该故障通常是由制冷剂不足、门封损坏、控制电路发生故障等造成的。此外，食物存放过满、制冷挡位设置错误、室温过高、电冰箱散热不佳也可能导致电冰箱不停机。排查电冰箱不停机故障时，可首先减少存放食物、检查制冷设定并降低环境温度，排除假故障，然后对门封、制冷管路进行检查，如图 2-35 所示。

4. 电冰箱频繁停机的故障特点

电冰箱出现频繁停机的故障，主要表现为启动后很快停机、再启动再停机的异常动作频繁，出现该故障主要是由压缩机散热不良、启动继电器或过热保护继电器损坏造成的。排查电冰箱频繁停机的故障时，可先尽量满足电冰箱的散热条件，然后对压缩机的启动继电器和过热保护继电器进行检查，如图 2-36 所示。

5. 电冰箱结霜严重的故障特点

电冰箱出现结霜严重的故障，主要表现为电冰箱的冷藏、冷冻室内有大量的结霜（冰）

图 2-35　检查电冰箱不停机的故障

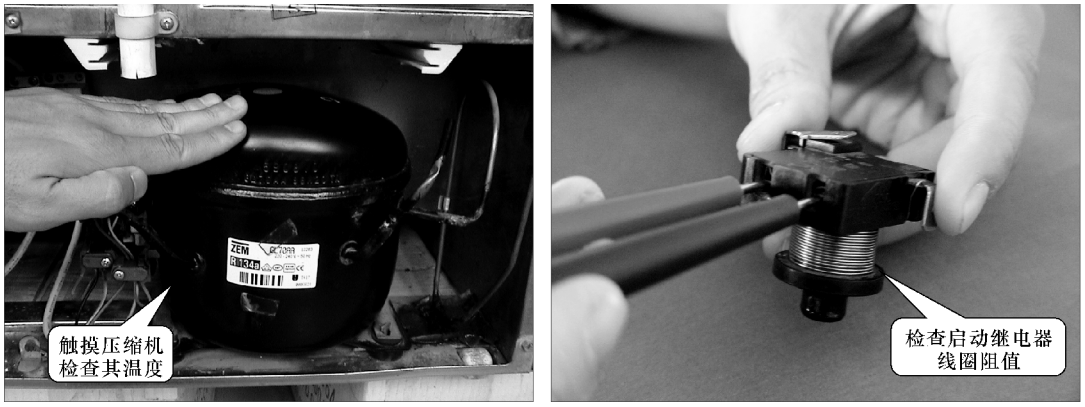


图 2-36　检查电冰箱频繁停机的故障

现象，该故障通常是由于电冰箱箱门开关频繁、存放食物含水分过多、门封密闭性差、温度传感器及温度控制器损坏造成的。排查结霜严重故障时，可首先尽量减少冰箱门的开关次数，取出或减少含水分过多的食物，看结霜情况有无好转，若仍较严重，则可再对温度传感器和温度控制器进行检查，如图 2-37 所示。

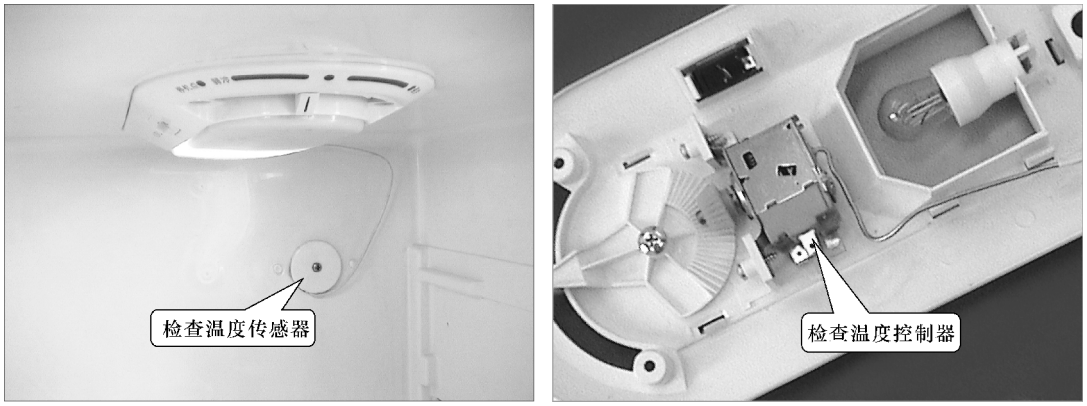


图 2-37　电冰箱结霜严重故障的检修部位

6. 打开冰箱门，照明灯不亮的故障特点

打开电冰箱门照明灯不亮的故障，通常是由于灯泡或门开关损坏造成的。排查照明灯不亮的故障时，可首先对门开关进行检查，若门开关正常，则多为灯泡故障，应更换灯泡，如图 2-38 所示。

图 2-38　检查照明灯不亮的故障

2.2　电冰箱检修的基本方法和注意事项

2.2.1　电冰箱检修的基本方法

对电冰箱进行维修时，首先通过掌握电冰箱故障的判断方法，来判断电冰箱中存在的故障，进而进一步地进行维修，下面介绍几种故障的判断方法。

1. 观察法

观察法是通过观察电冰箱的电路、管路等部件，观察电冰箱的异样，从而判断电冰箱的故障部位。通常观察法可用于观察整体外观、门封、照明灯、管路系统、制冷部件等部分。

① 观察电冰箱的整体外观及周围环境是否良好。查看电冰箱的外部是否有明显磕碰或损坏的地方，检查电冰箱所放位置能否确保散热良好，如图 2-39 所示。

图 2-39　电冰箱的整体外观

② 观察电冰箱的门封是否严紧。通过开关电冰箱门，观察冰箱门是否能良好地吸合，检查门封是否严紧，如图 2-40 所示。

图 2-40　检查电冰箱的门封

③ 观察电冰箱内的照明灯以及门开关状态是否正常。打开电冰箱门，如果照明灯不亮，应检查照明灯。若照明灯良好，或更换新的灯泡后打开电冰箱门而照明灯仍然不亮，则说明门开关有故障，应仔细检查门开关。图 2-41 所示为电冰箱内的照明灯及门开关的位置。

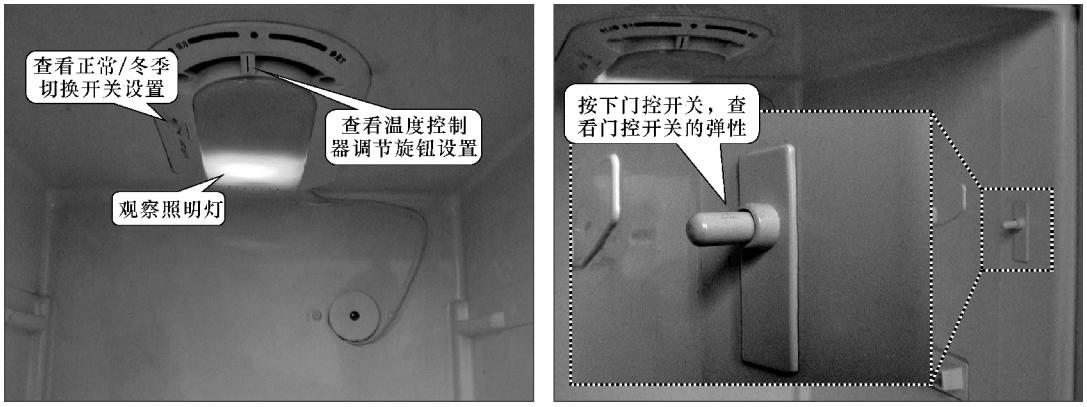


图 2-41　电冰箱内的照明灯及门开关

④ 观察电冰箱的管路系统有无明显异常。对管路系统的检查主要是检查管路有无明显泄漏的情况，有无断裂现象，各焊接点处是否有泄漏情况。

在电冰箱正常工作的时候，制冷剂和少量的冷冻机油同时在管路中流动。由于制冷剂的渗透性较强，管路中一旦有泄漏故障，制冷剂就会渗漏出，而冷冻机油便会随着制冷剂渗透出来，在管路的泄漏位置就很容易出现油污。渗漏主要是由于使用不当或者制冷系统长时间内外腐蚀而造成的。另外，制造工艺和材料的自身缺陷也可能导致管路泄漏。

在电冰箱的管路系统中，容易发生泄漏的部位常出现在焊接处，如工艺管口的封口处，如图 2-42 所示。

观察蒸发器和压缩机吸气口管路的挂霜情况。如果冷冻室内的蒸发器只一部分挂霜或不结霜，均属于不正常现象。同时，还要检查压缩机排气口和吸气口的连接处以及干燥过滤器

图 2-42　观察工艺管口封口处的密封状态

两端的连接处是否存在断裂或密封不严的现象，如图 2-43 所示。

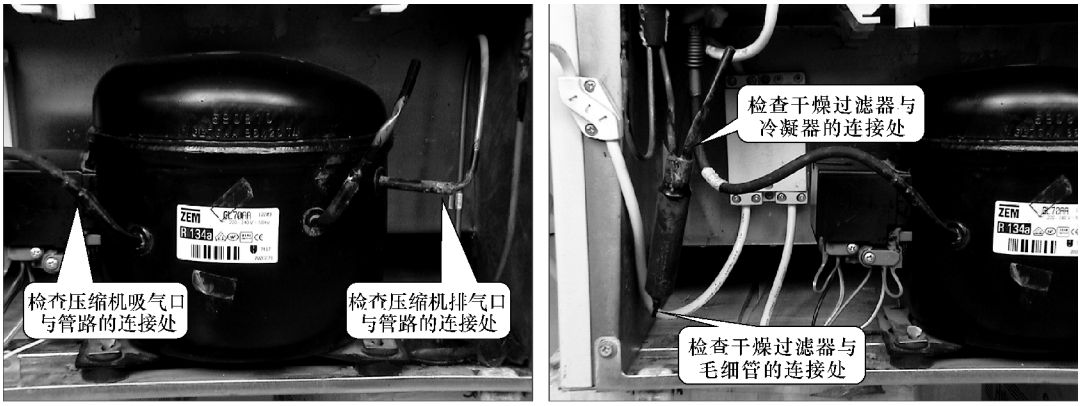


图 2-43　排气口、吸气口、干燥过滤器的连接处

比较常见的泄漏部位还经常出现在蒸发器中，拆卸电冰箱后，观察蒸发器是否有泄漏，检查时可将蒸发器置于洗洁精水泡沫中，充氮观察是否有气泡出现。若有气泡说明蒸发器有泄漏。图 2-44 所示为电冰箱中比较常用的蒸发器。

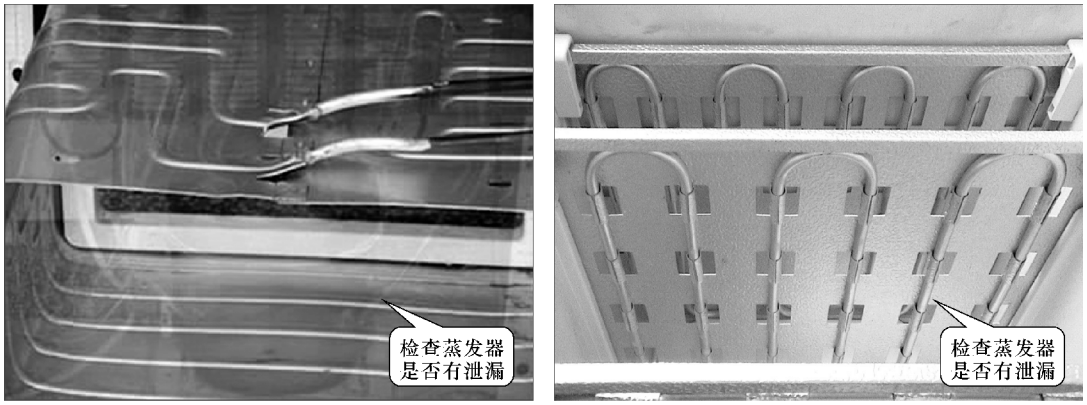


图 2-44　电冰箱的蒸发器

检查管路系统有无泄漏时，可以用一张干净的白纸在容易出现泄漏的部位进行擦拭，通过检查白纸是否沾染油渍即可判断检查的部位有无泄漏的故障。图 2-45 所示为检查工艺管口的封口处、压缩机排气口的接口处以及吸气口的接口处。

图 2-45　检查工艺管口的封口处、压缩机排气口的接口处以及吸气口的接口处

⑤ 观察制冷部件外观有无异常。对于制冷部件，同样可以通过观察法来初步判断该器件是否良好。图 2-46 所示为压缩机的吸气口与管路连接部分，低温低压的制冷剂气体从蒸发器出来后经压缩机吸气口返回到压缩机中。在正常情况下，吸气口不能有结霜或滴水的情况。如果吸气口有结霜或滴水的情况出现，则说明制冷剂充注过量，这时就需要放掉多余的制冷剂。

图 2-46　吸气管

干燥过滤器是连接在冷凝器和毛细管之间的柱形元件，它主要起干燥水分和过滤杂质的作用，如图 2-47 所示。如果通过观察发现干燥过滤器的周围有结霜现象，则表明干燥过滤器有堵塞故障，此种堵塞一般多为脏堵。干燥过滤器一旦出现脏堵故障，就需要更换新的干燥过滤器。

提示：

在压缩机运行时仔细听它所发出的声音，也可以大体判别压缩机工作是否正常。压缩机在正常工作时应有比较小且均匀的“嗡嗡”声，如出现“通通”声，则属压缩机液击声，

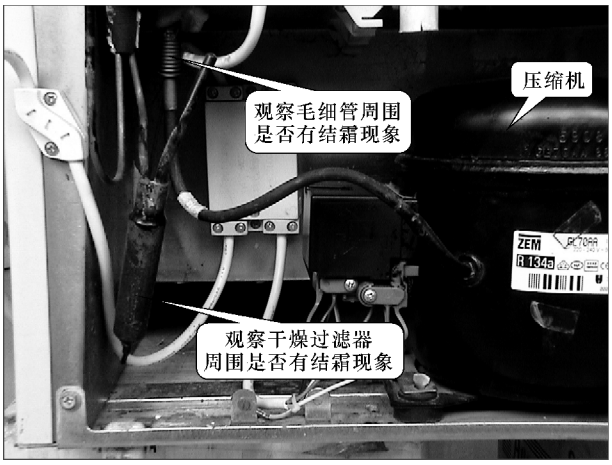


图 2-47　干燥过滤器

也就是说有大量的制冷剂湿蒸气或冷冻机油进入气缸。“哐哐”声是压缩机内部金属撞击的声音，这说明内部运动部件出现松动。

若没有“嗡嗡”声，说明压缩机没有启动，这时应检查压缩机的启动控制回路，如图 2-48 所示。如果出现强烈的“嗡嗡”声，则说明压缩机已经通电，但没有启动，这有可能是压缩机卡缸或者抱轴。如果同时听到启动继电器内有“嗒嗒”声，则说明启动触点不能正常跳开；“嘶嘶”声是压缩机内高压管断裂时发出的高压气流声；“咯咯”声是压缩机内吊簧断裂后发出的撞击声。

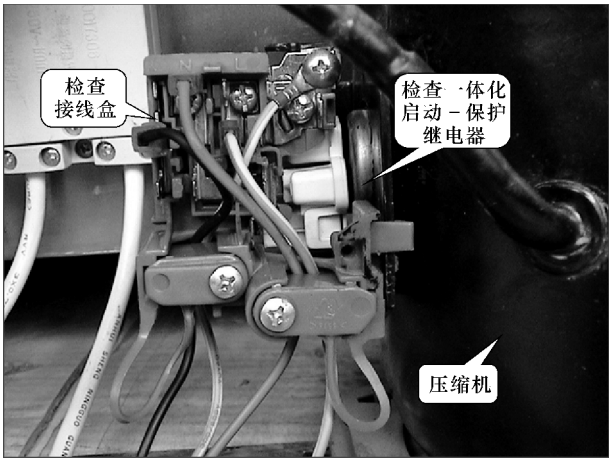


图 2-48　压缩机的启动控制回路

卡缸或抱轴的故障通常是由于润滑不良、油路堵塞所致。这种情况常出现在冬季电冰箱长时间不使用的情况下。另外，压缩机内缺少冷冻机油或者有金属屑，也会造成压缩机卡缸的故障。如果听到压缩机内有异常的金属撞击声，比如吊簧脱落撞击外壳的声音，则应马上切断电源进行检修。

2. 代换法

电冰箱出现故障后，若无法确切判断哪些元件损坏导致电冰箱故障时，可采用代换法对

怀疑部分元件进行排查，电冰箱常使用代换法进行检修的有压缩机、启动继电器、保护继电器、干燥过滤器、毛细管等部件，图 2-49 所示为通过代换启动继电器来判断启动电路是否正常。

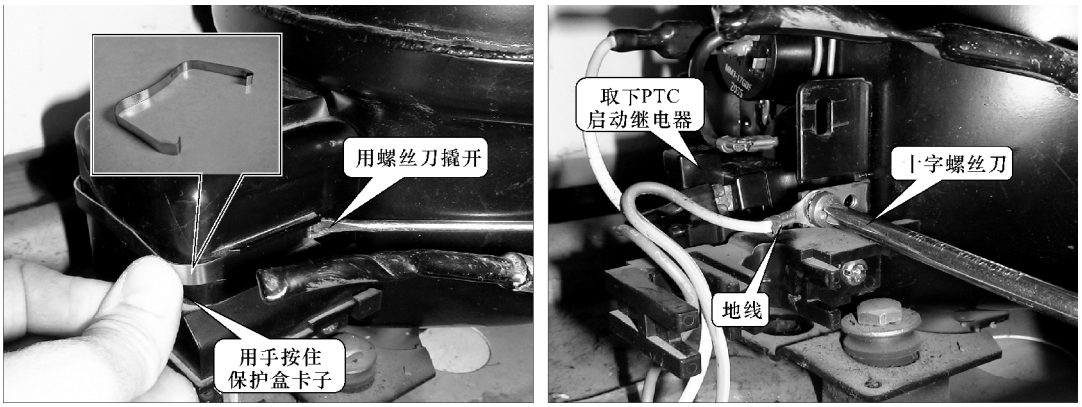


图 2-49　代换启动继电器判断电路是否损坏

3. 检测法

检测法是指通过使用万用表、示波器、钳形表、兆欧表、电子温度计等仪器仪表对电冰箱的部件或相关参数进行检测，通过测得的电阻值、电压值、信号波形、温度等数据来判断电冰箱是否损坏。例如，使用电子温度计检测冷藏室或冷冻室的降温速度，如图 2-50 所示。通过观察图中两次检测时（两次检测间隔 1min）电子温度计的示数，即可判断电冰箱的降温速度。若降温速度比正常运转时显著减慢，则属于不正常的现象。

图 2-50　使用电子温度计检测电冰箱冷冻室的降温速度

提示：

除了使用电子温度计检测，用手直接感觉各部分的温度也是一种快速判别故障的方法。如压缩机在正常运转过程中的表面温度可达 70～80℃（触摸速度要快，防止烫伤）；电冰箱启动一段时间后，干燥过滤器、压缩机吸气口和排气口、冷凝器的温度也会有明显的升高，用沾有水的手抹擦蒸发器，手应该有被粘连的感觉等，如图 2-51 所示。

4. 修复法

修复法是指在电冰箱检修过程中，通过修复电冰箱管路系统的漏洞、充注制冷剂等方法

图 2-51　触摸检测电冰箱部件的温度

使电冰箱恢复正常使用。

电冰箱长时间使用，管路系统可能会出现锈蚀导致制冷剂泄漏，进而导致电冰箱在工作中因制冷剂不足而无法达到制冷、制热要求，此时就需要通过修复法对管路系统中存在的漏洞进行补焊，并补充制冷剂，图 2-52 所示为使用焊接工具修复电冰箱管路漏洞。

5. 清洁法

清洁法是指使用毛刷、吹气皮囊、氮气等对电冰箱内外进行清洁。

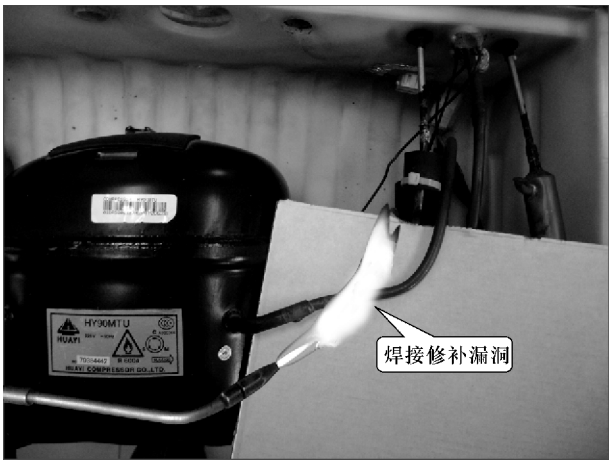


图 2-52　焊接法修复电冰箱管路漏洞

电冰箱长时间使用，电路板和管路系统等处会堆积大量灰尘，管路内可能脏堵，不及时清洁可能会导致电冰箱制冷效果差甚至不能工作。清洁电冰箱时一般可使用毛刷和吹气皮囊去除电路板上、管路外部的灰尘，使用氮气清除管路内的脏堵。图 2-53 所示为使用毛刷和吹气皮囊清洁电冰箱中的脏污。

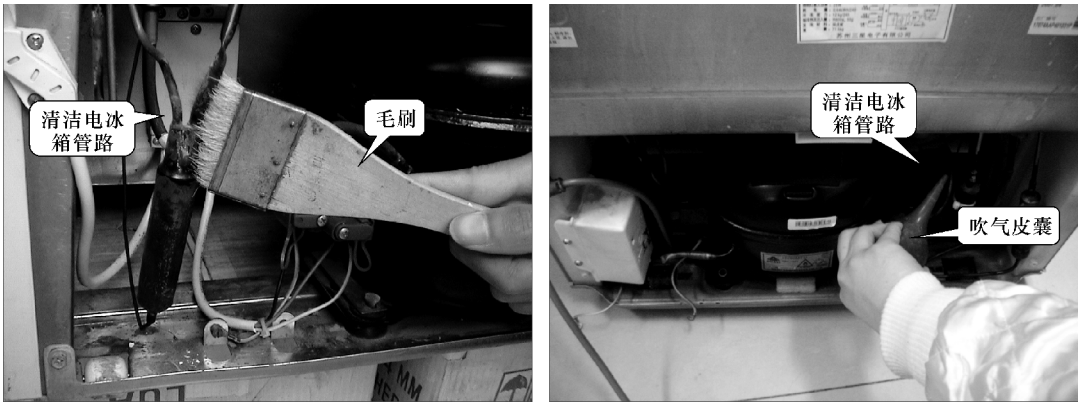


图 2-53　使用毛刷和吹气皮囊清洁电冰箱电路板中的脏污

2. 2. 2　电冰箱检修的注意事项

1. 电冰箱在拆装中应注意的安全事项

电冰箱在拆装和检测过程中，应严格按照操作步骤进行，确保电冰箱部件的完好。同时应注意拆装检测人员的人身安全。

① 拆卸电冰箱之前，要先切断电源。电冰箱在工作时连接市电电源，为避免拆卸时高压危险，拆卸前应首先将电冰箱断电，如图 2-54 所示。另外，由于电冰箱断电后短时间之内仍有高压存在，因此必要时在断电后也要配备防护服等防电设施以防止触电。

② 拆装电冰箱前，要注意判断安装固定方式。电冰箱各部件在拆卸前应先判断该部件的连接方式再进行拆卸，常见的连接方式是通过螺钉或焊接连接，也有很多电冰箱为了美

图 2-54　注意切断电源

观，采用卡扣固定方式。图 2-55 所示为采用螺钉和焊接固定的电冰箱部件，拆卸时应根据不同的固定方式选择相应的方法操作，切不可盲目硬敲硬掰，以免造成内部元件或电冰箱外观损伤。

图 2-55　螺钉和焊接固定的电冰箱部件

③ 拆卸电冰箱的管路时，要记清管路连接位置。电冰箱的管路很多，在拆卸时应记清管路的连接位置，以免在回装时连接错误。在实际操作中，需要更换部件时可根据管路的粗细、位置、外形特征等进行记录，回装时根据记录安装，确保安装操作的准确性，如图 2-56 所示。

④ 移动电冰箱时，角度不宜过大。在拆装或检修过程中若需要移动电冰箱，倾斜角度应控制在 45°以内，如图 2-57 所示，这是由于电冰箱多采用往复式压缩机，若倾斜角度过大，压缩机内的冷冻润滑油会通过回气管流入制冷系统，影响制冷效果。若此时启动电冰箱，会加重压缩机的负荷并可能堵塞毛细管。若在检修过程中倾斜移动电冰箱，应使其直立 3h，待冷冻润滑油完全流回压缩机后再启动。同时，倾斜移动电冰箱还可能使压缩机内部减震弹簧脱钩，导致压缩机不能使用。

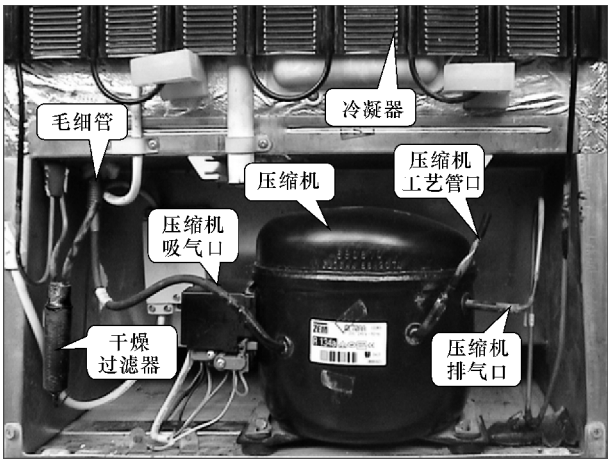


图 2-56　电冰箱压缩机的管路

图 2-57　移动电冰箱角度应在 45°以内

⑤ 使用气焊设备操作前，要检查制冷剂是否泄漏。在维修电冰箱管路部分时经常会进行焊接操作，焊接使用的明火遇到制冷剂会产生有毒气体，因此在维修电冰箱前应检查是否有制冷剂泄漏，不能在有制冷剂泄漏的环境下进行焊接操作，如图 2-58 所示。

⑥ 按规定使用氧气瓶和燃气瓶，注意操作安全。为防止明火靠近氧气瓶或燃气瓶引发事故，通常情况下氧气连接管和燃气连接管不能短于 2m，如图 2-59 所示，并且连接管的多余部分不可以盘绕在瓶身周围。在使用时，为了防止气体发生泄漏，要确保连接管本身连接良好，点火时应注意按照工艺要求的顺序完成点火和关火操作。另外，在操作时，应特别注意不准磕碰氧气瓶和燃气瓶。

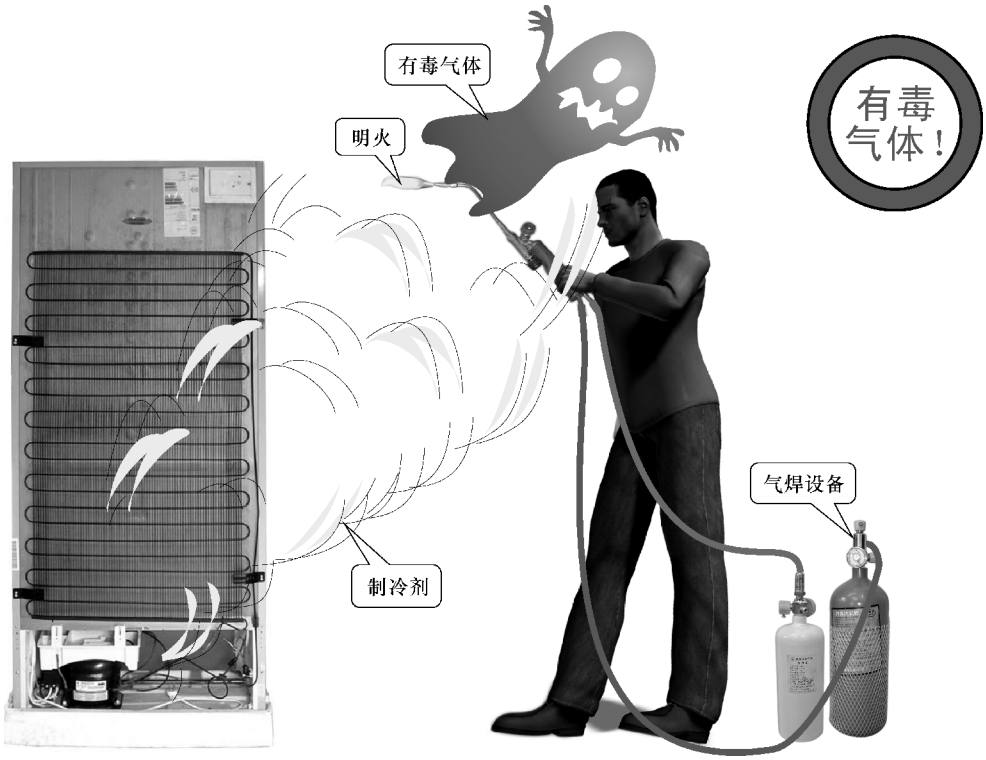


图 2-58　检查制冷剂是否泄漏

图 2-59　氧气连接管燃气连接管

⑦ 进行焊接操作时，注意防燃烧防爆炸防烫伤。在进行焊接操作时，要注意不能将火焰对准氧气瓶或燃气瓶，同时应远离易燃易爆物品，以防止爆炸事故的发生。焊接工具使用完成后，应先进行关火操作，并放到指定位置或设备上进行冷却，以免因焊接工具温度过高引起易燃物的燃烧，引发火灾，如图 2-60 所示。同时，操作人员也应注意人身安全，防止电气焊设备碰触到自己或他人造成烫伤事故。

⑧ 发生意外情况时，应镇定处理。电冰箱维修人员必须具备良好的心理素质，在对电

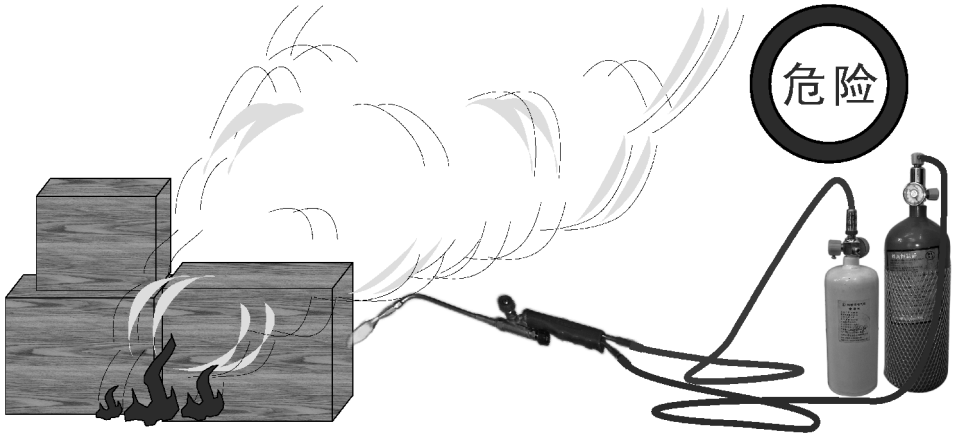


图 2-60　焊接工具易引起火灾

冰箱维修的过程中，有时由于操作不当会出现打火、烧焦甚至导致火灾的发生，当遇到上述情况时切不可慌乱，要保持镇定冷静，因地制宜选择灭火方式，使用灭火器或水灭火，如图 2-61 所示。

图 2-61　正确的灭火方法

⑨ 安装电冰箱时，注意不要漏装元件。对电冰箱内部进行检修后，在回装时，应将所有的元件，包括电气系统的元件和管路系统的部件全部装接完成，避免出现漏装情况，防止造成新的故障，图 2-62 所示为电冰箱中的一体化启动 – 保护继电器及其接线盒、照明灯和门开关等常见零部件。

⑩ 需要更换元件时，应选择同型号元件代换。更换新的元件时应采用同型号的元件，最好找就近地区专业维修站帮助或查阅有关资料，寻找代用的元器件。即便是用不完全相同的元件进行代换时，主要参数也必须一致。图 2-63 所示为电冰箱中压缩机的实物外形及型号参数。

若随意代换元器件容易影响电冰箱的性能，严重时可能会损坏电冰箱的其他元器件。

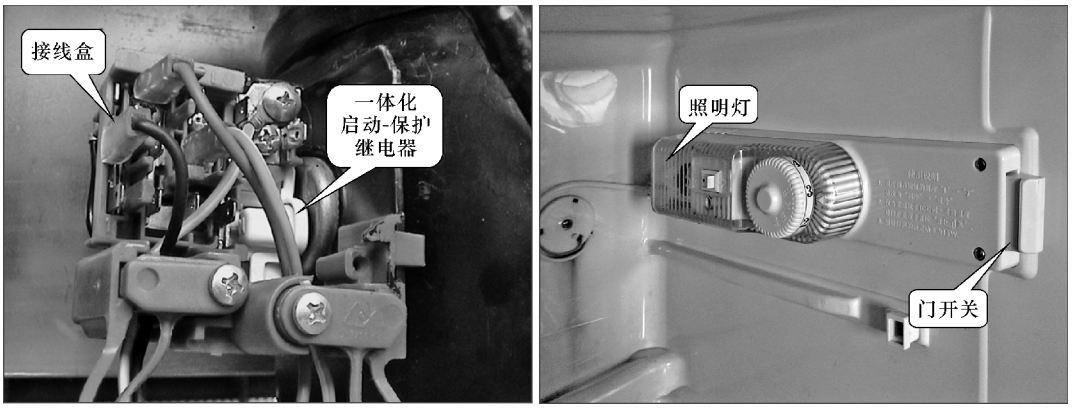


图 2-62　不要漏装元件

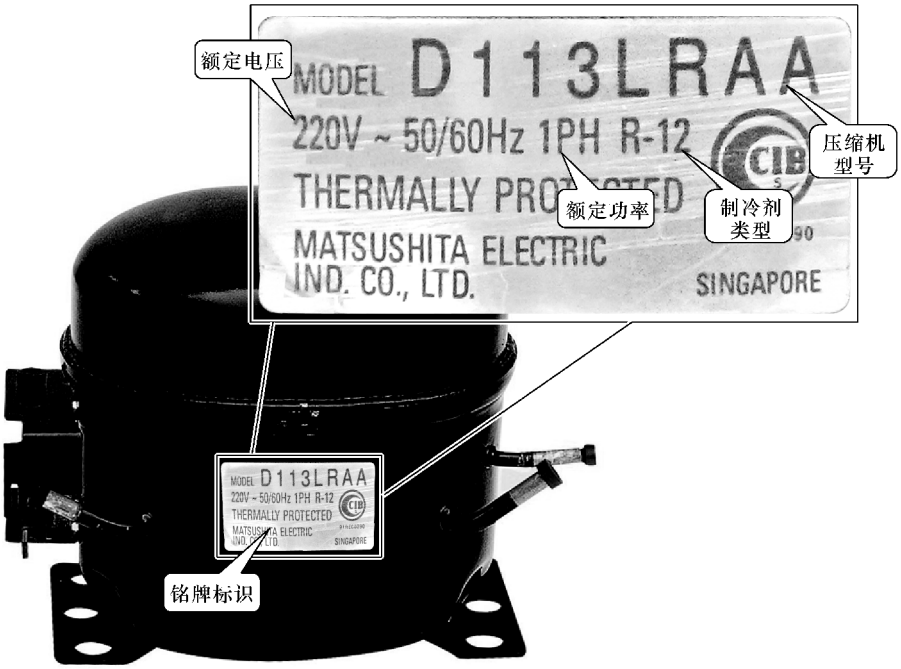


图 2-63　电冰箱电路中的某元件及型号参数

2. 电冰箱在电气系统检修中应注意的安全事项

① 检测电冰箱电路前，应先除尘。有些电冰箱的故障是由电冰箱内脏污严重引起的，因此在检测电冰箱前，应先除尘清洁，图 2-64 所示为常见清洁工具。

② 使用仪器仪表检测电冰箱部件时，注意设备的安全。在使用仪器、仪表进行检测时，应按照安全操作要求使用，以免造成设备的损坏。如使用万用表测量电压时，要注意区分电压性质（交、直流）、电压的大小等，并严格按照万用表测电压的操作规范及要求进行操作，以免误操作造成万用表的损坏，如图 2-65 所示。

③ 检测电路板时，注意不要将电路短路。实际带电操作时，应注意测试表笔或测试线夹不要同时接触元件两个引脚，不能将电路短路，图 2-66 所示为万用表检测温度控制器，若发现冒烟、打火焦臭味、异常过热等现象，应立即关机检查。

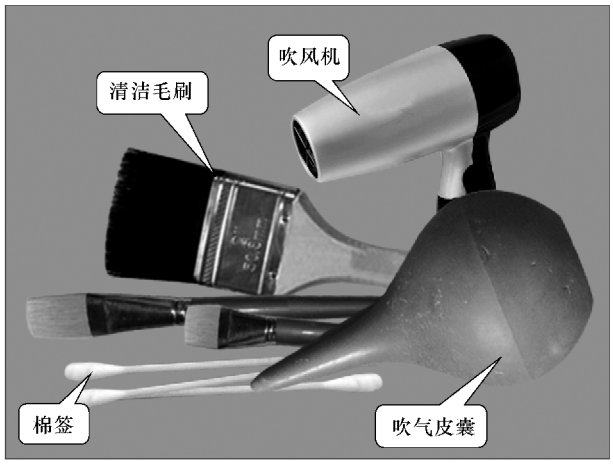


图 2-64　电冰箱清洁工具

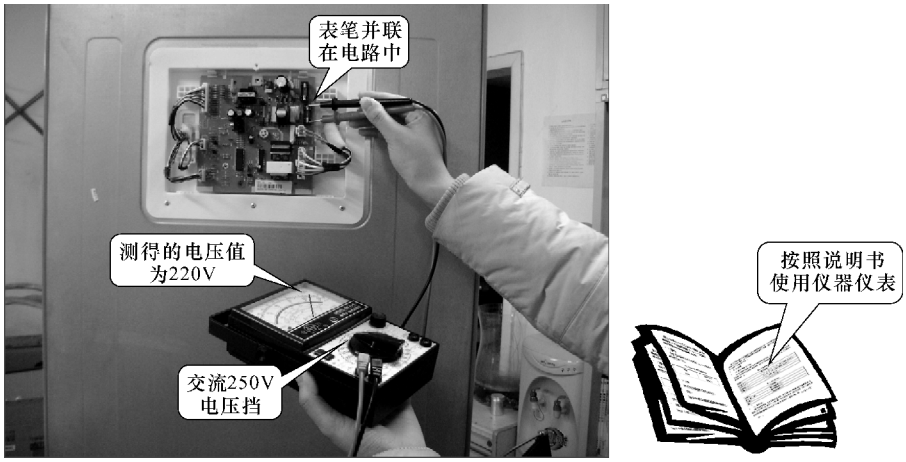


图 2-65　按照说明书使用万用表

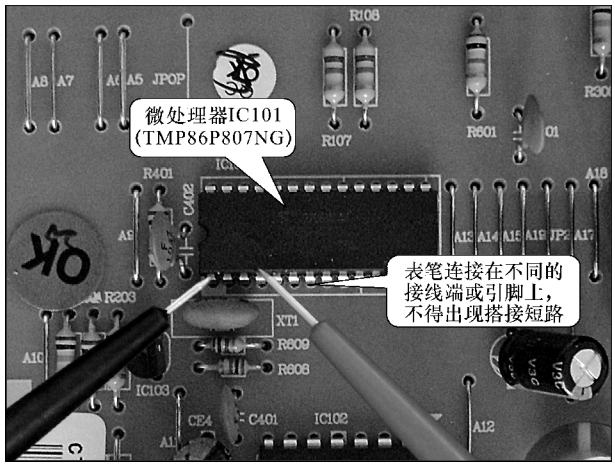


图 2-66　检测时应防止出现搭接短路情况

第 3 章　认识电冰箱

3.1　电冰箱的结构特点

电冰箱是一种带有制冷装置的储藏柜，它能将放入储藏柜的食物或其他物品进行冷态保存或冰镇，以延长食物或其他物品的存放期限，图 3-1 所示为常见的电冰箱实物图。

图 3-1　常见的电冰箱实物图

3.1.1　电冰箱的整机结构

不同品牌的电冰箱外形结构以及内部结构的设计形式基本相似。通常想要了解电冰箱的结构组成，除了进行拆卸直观观察外，还可通过查询电冰箱的维修手册进行了解。图 3-2 所示为典型电冰箱维修手册中的结构分解图，由图可知，该电冰箱主要是由箱体、门组件、压缩机组件、节流及闸阀组件、热交换组件以及电路部分等组成的。

从电冰箱维修手册的分解图可知，电冰箱的外部可以看到箱体以及冰箱门等部分，将电冰箱的箱体及门组件拆开后，便可以看到其内部的结构。

1. 外部结构

图 3-3 所示为三星 BCD－226MJV 型电冰箱的外部结构，由图可知，该电冰箱的外部主要是由箱体、冰箱门（包括冷藏门、变温室门和冷冻门）、操作显示面板、电路板盖板、后盖、压缩机盖板等组成的。

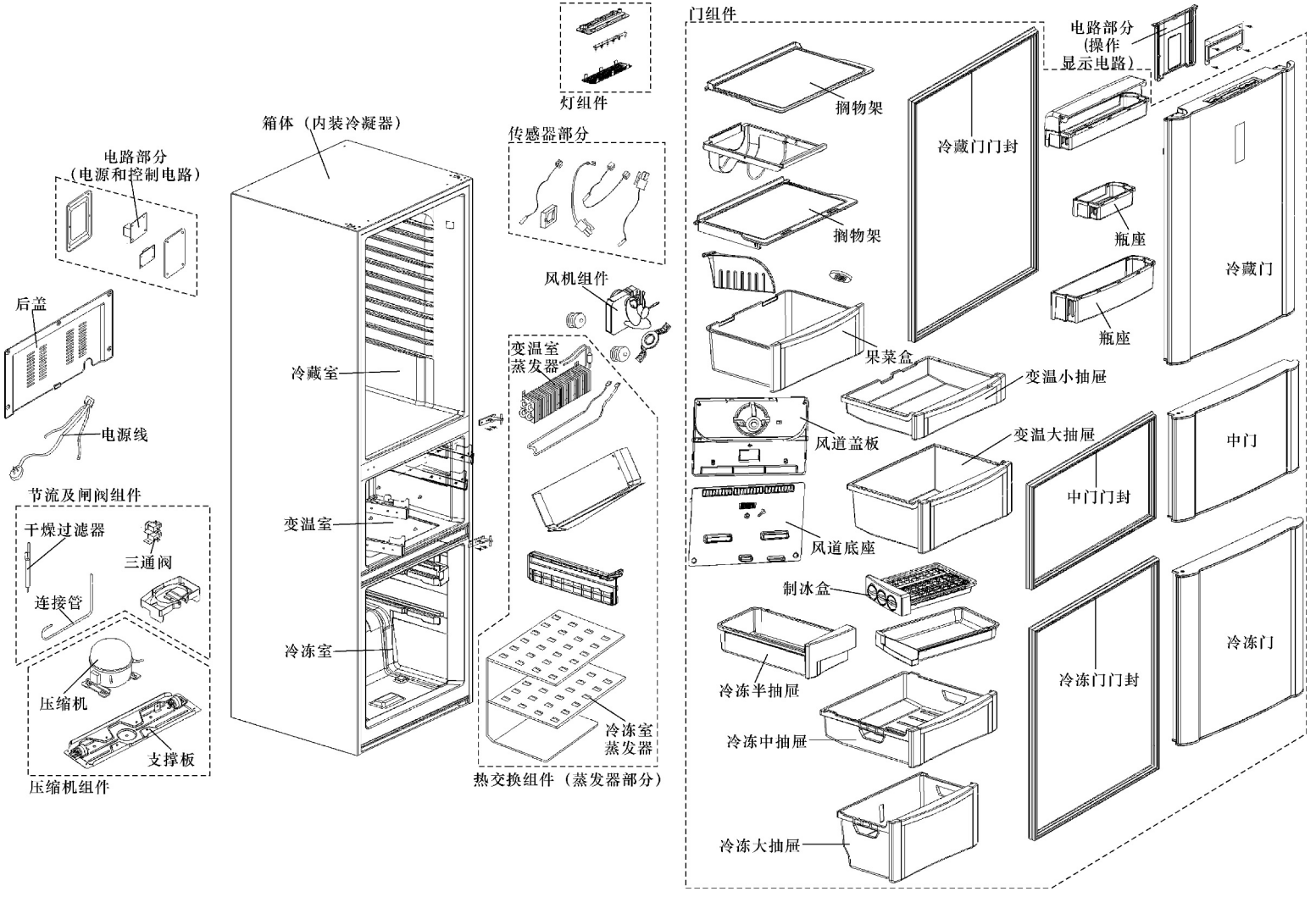


图3-2　典型电冰箱维修手册中的结构分解图

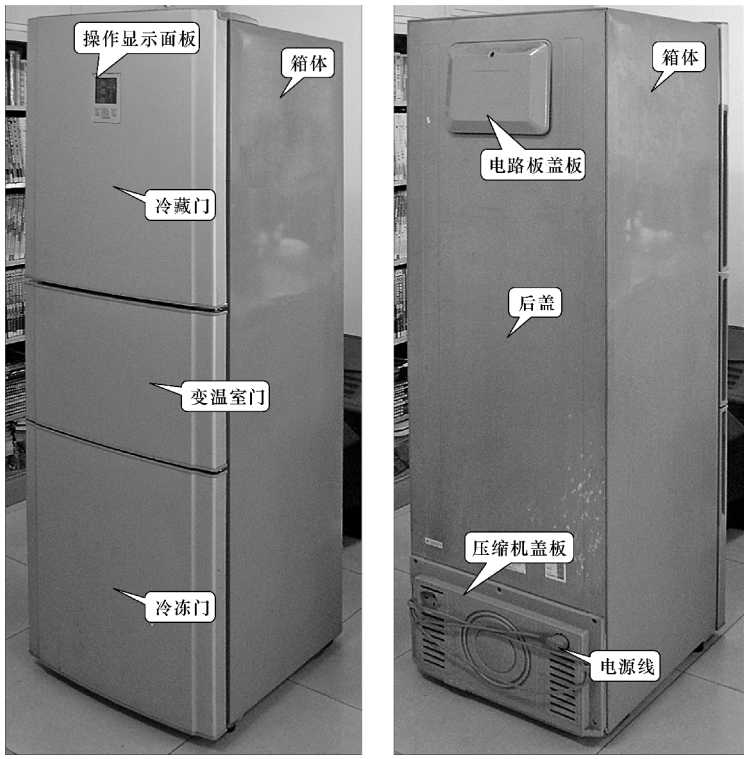


图 3-3　三星 BCD－226MJV 型电冰箱的外部结构

将电冰箱的冰箱门打开后，就可以看到电冰箱的冷藏室及门封、变温室及门封、冷冻室及门封，以及照明灯组件、除臭器、门开关、冷藏室搁架、瓶架、抽屉等，如图 3-4 所示。

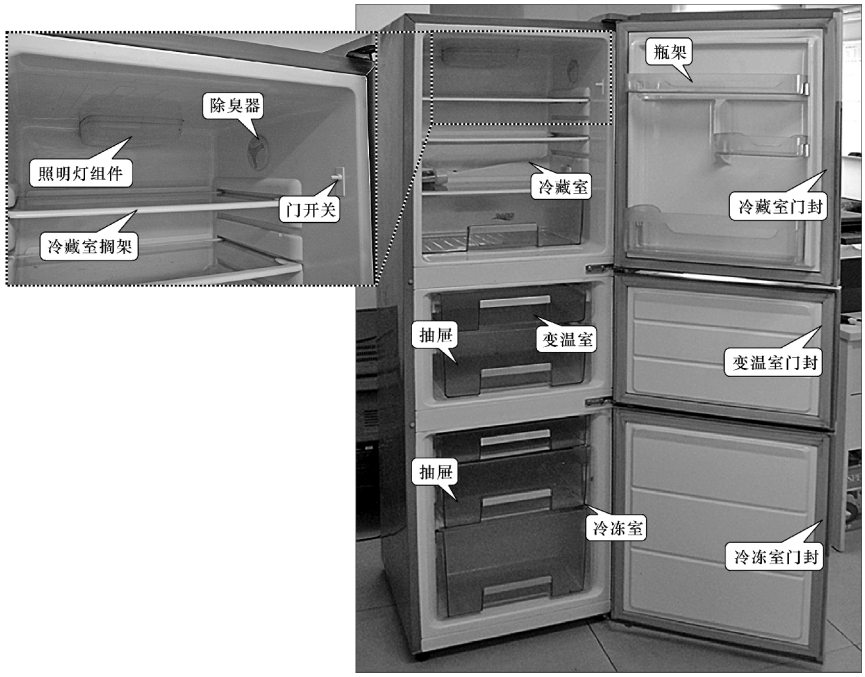


图 3-4　打开冰箱门后的结构

2. 内部结构

将电冰箱的电路板盖板以及压缩机盖板拆开后，便可以看到其内部结构。如图 3-5 所示为三星 BCD－226MJV 型电冰箱的内部结构图，该电冰箱的内部主要是由压缩机组件、节流及闸阀组件、热交换组件（冷凝器位于箱体内）、电路部分等组成的。

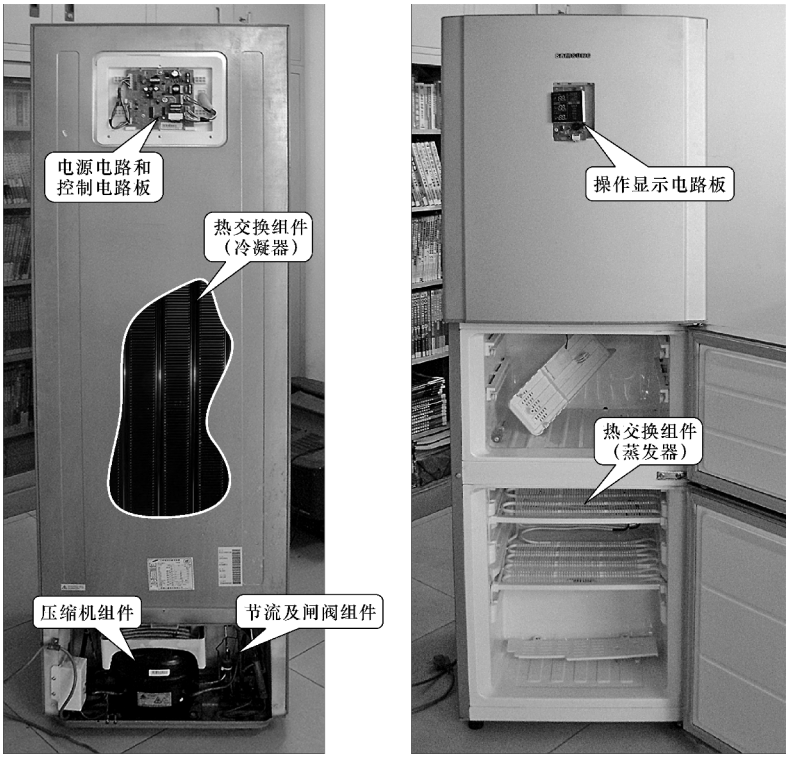


图 3-5　三星 BCD－226MJV 型电冰箱的内部结构图

（1）压缩机组件

压缩机组件主要是由压缩机、启动继电器等组成的，如图 3-6 所示。压缩机是制冷循环系统的动力源，主要用来驱使管路系统中的制冷剂往返循环，从而通过热交换达到制冷目的。

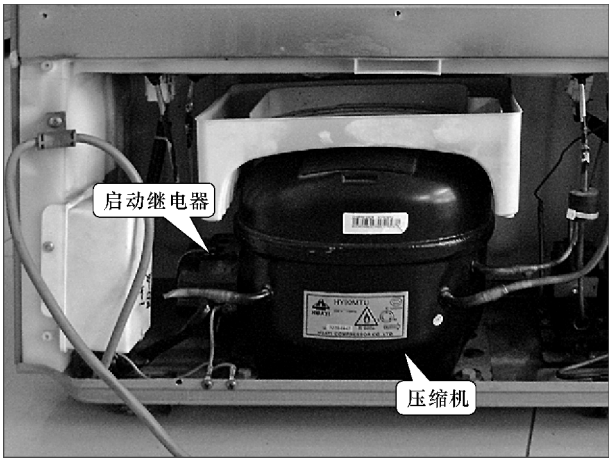


图 3-6　压缩机组件的实物外形

（2）节流及闸阀组件

节流及闸阀组件主要是由干燥过滤器、毛细管、单向阀、电磁阀等组成的，如图 3-7 所示。电冰箱的节流组件主要包括干燥过滤器和毛细管，在电冰箱的管路系统中，节流组件能使电冰箱更加节能高效地工作；电冰箱的闸阀组件主要包括单向阀、电磁阀等，闸阀组件在管路中起到控制管路导通和截止的作用。

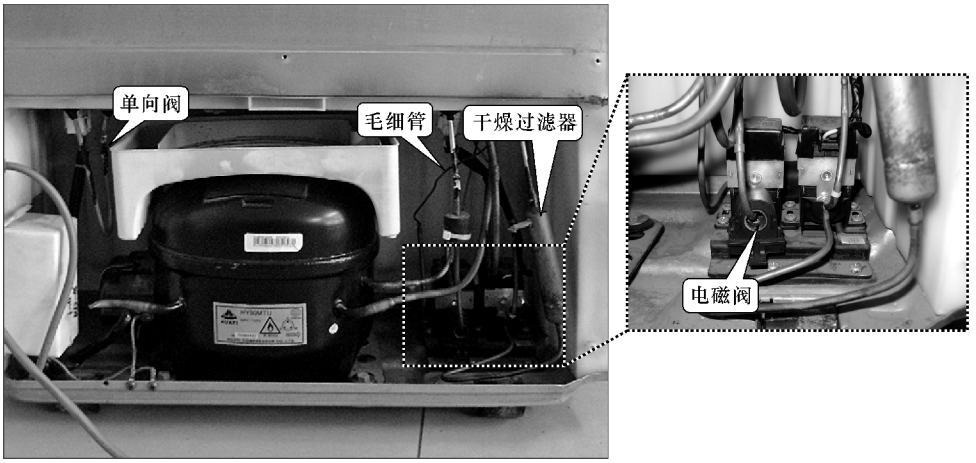


图 3-7　节流及闸阀组件的实物外形

（3）热交换组件

电冰箱的热交换组件主要是由蒸发器、冷凝器等组成的，如图 3-8 所示。冷凝器通常位于电冰箱的背部，后盖的箱体内。冷凝器主要用来将压缩机处理后的高温高压制冷剂蒸汽进行过热交换，通过散热，将冷凝器内高温高压的气态制冷剂转化为低温高压的液态制冷剂，从而实现热交换；蒸发器主要依靠空气循环的方式，利用制冷剂降低空气温度，实现制冷的目的。

图 3-8　热交换组件的实物外形

链接：

变频电冰箱的整机结构和普通电冰箱的结构基本相同，从外形上几乎看不出区别，只是在压缩机及控制电路方面有明显的不同。变频电冰箱采用的是变频压缩机和变频驱动电路，图 3-9 所示为变频电冰箱的整机构成。

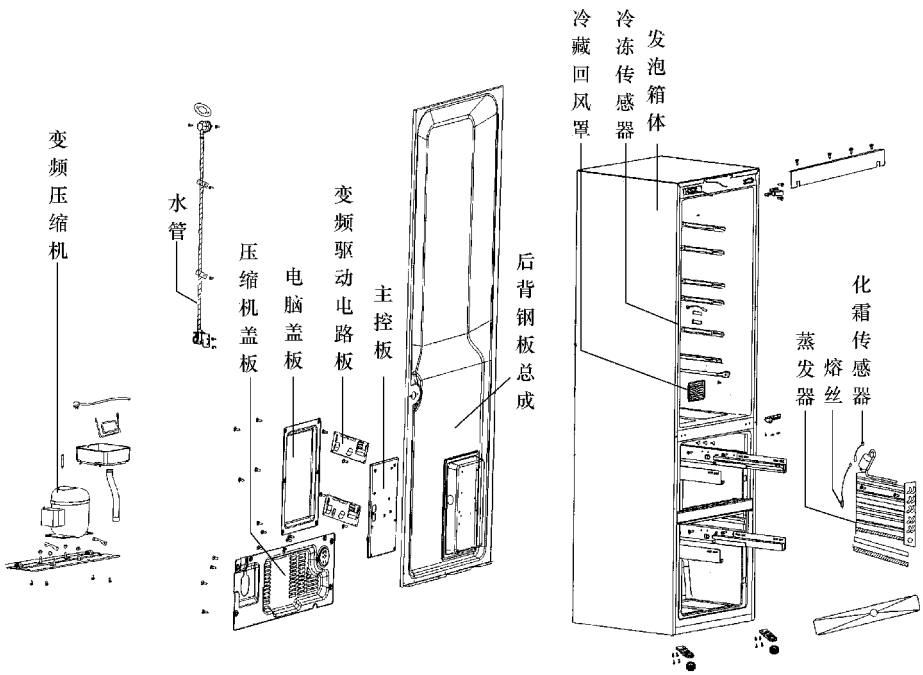


图 3-9　变频电冰箱的整机结构

3.1.2　电冰箱的电路结构

电冰箱的电路部分主要是由电源电路、控制电路、操作显示电路等组成的，图 3-10 所示为三星 BCD－226MJV 型电冰箱的整机电路结构，其整机电路框图如图 3-11 所示。

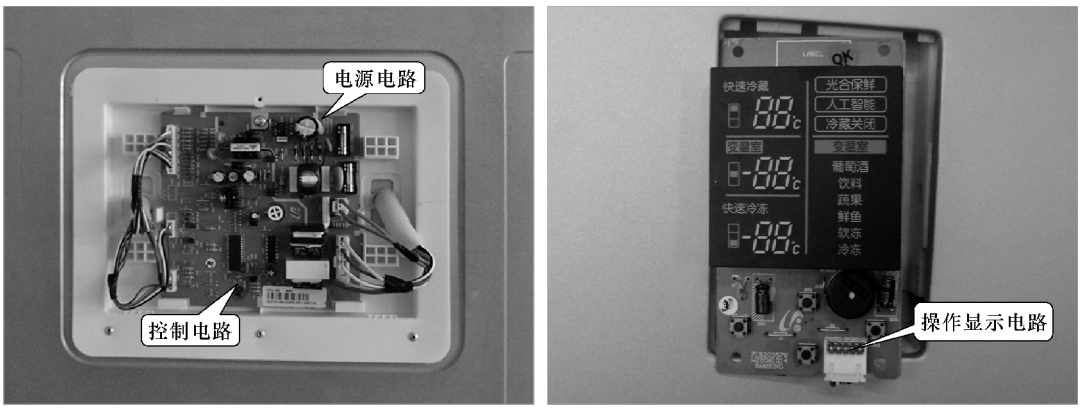


图 3-10　三星 BCD－226MJV 型电冰箱的整机电路部分

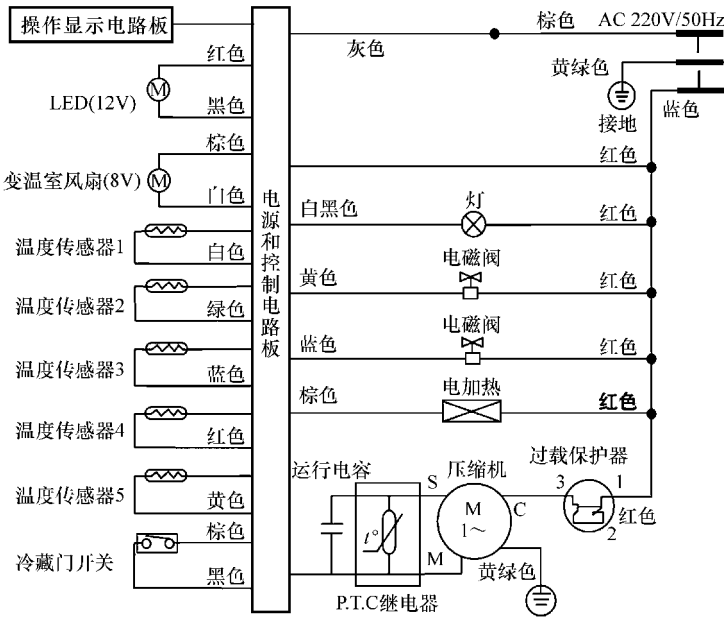


图 3-11　三星 BCD－226MJV 型电冰箱的整机电路框图

1. 电源电路

电源电路主要用来将 220V 交流电压变为直流电压，为各电路元器件和功能部件进行供电，图 3-12 所示为电源电路的实物外形。由图可知，电源电路主要是由熔断器、互感滤波器、桥式整流电路、变压器、开关振荡集成电路、整流二极管、三端稳压器等组成的。

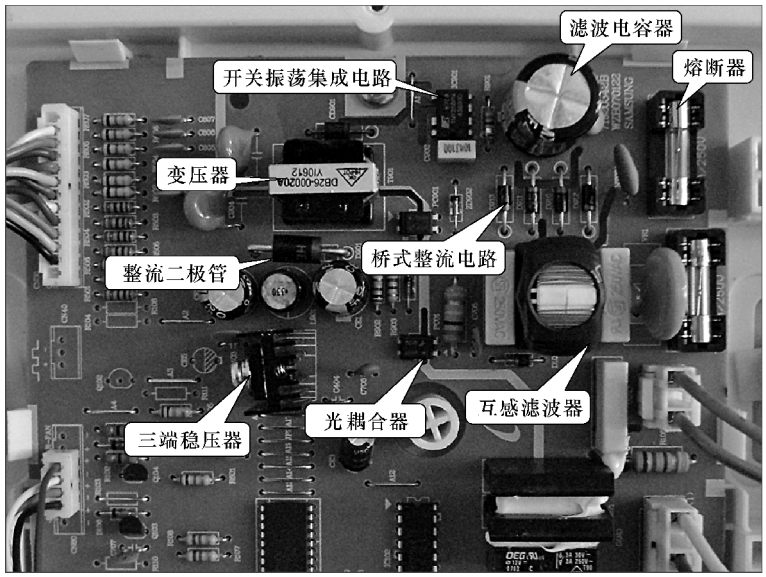


图 3-12　电源电路的实物外形

2. 控制电路

电冰箱的控制电路主要用来对操作显示电路送来的人工指令信号进行识别，转换为控制

信号后，控制各电路或各部件进行工作，图 3-13 所示为控制电路的实物外形。由图可知，控制电路主要是由微处理器、晶体以及反相器等组成的。

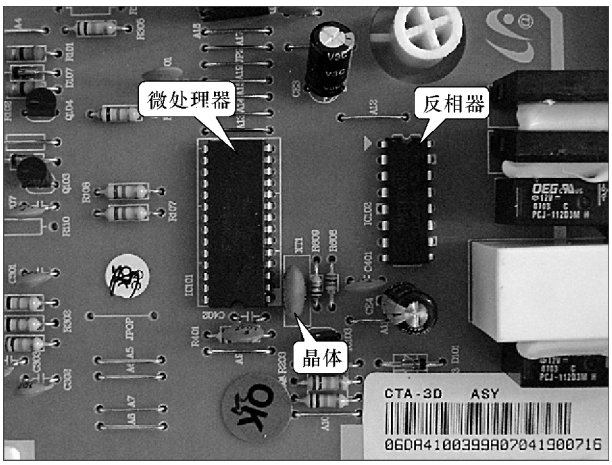


图 3-13　控制电路的实物外形

链接：

此外，电冰箱内设有温度传感器、照明灯及门开关、风扇等部件，如图 3-14 所示。其中温度传感器主要用来检测电冰箱内的温度；照明灯用来为电冰箱储物室提供照明；门开关用来控制照明灯的亮灭；风扇主要用来增加储物室内的气流的流动，实现强制制冷。

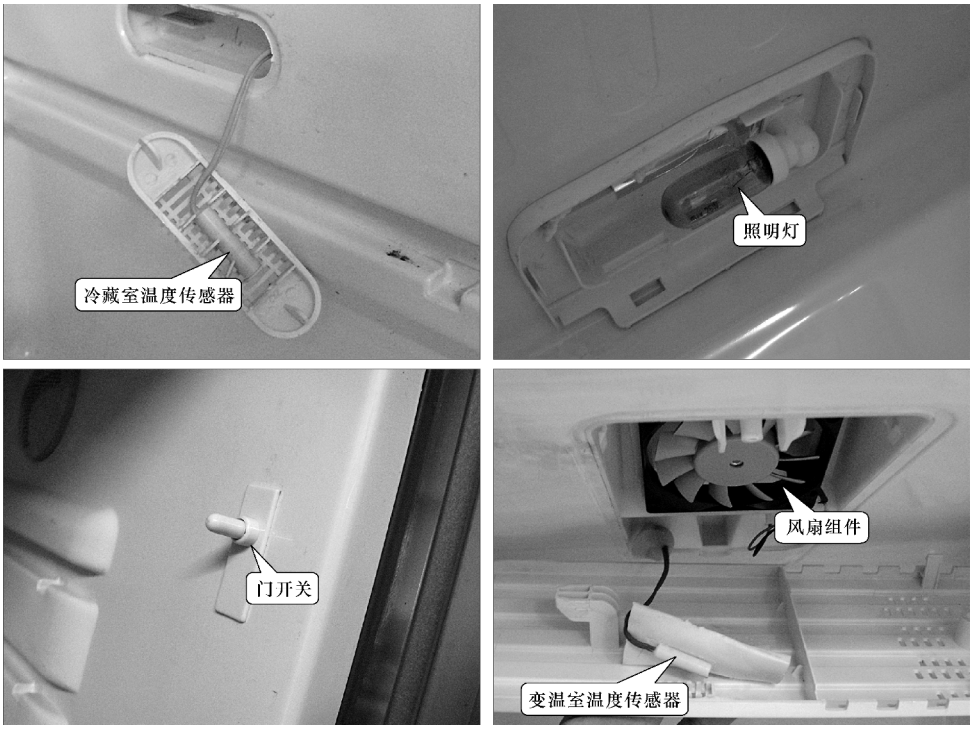
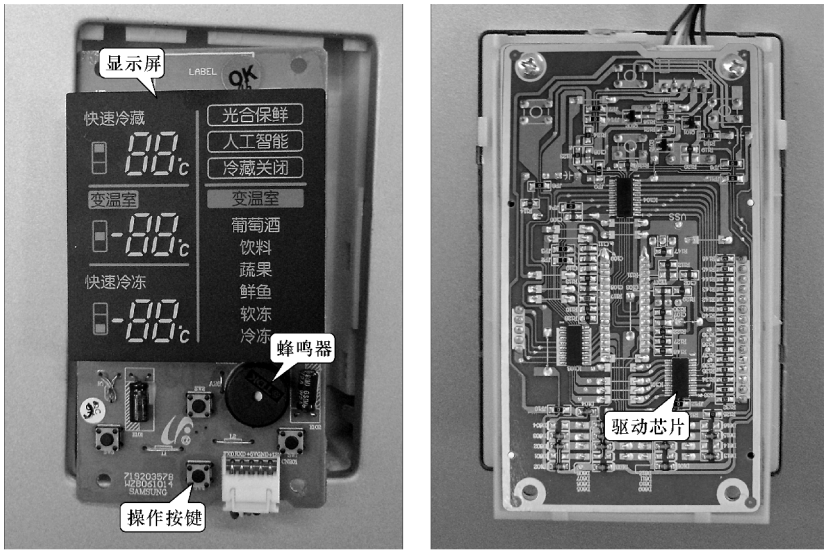


图 3-14　电冰箱内的其他部件

3. 操作显示电路

操作显示电路设置在电冰箱的前面板上，主要用来输入人工指令信号，并接收控制电路

送来的显示信号，来显示电冰箱的工作状态，图 3-15 所示为操作显示电路的实物外形。



a）操作显示电路板正面　　b）操作显示电路板反面

图 3-15　操作显示电路的实物外形

链接：

此外，随着变频技术的不断进步，有些电冰箱中也采用了变频技术，称其为变频电冰箱，该类电冰箱内部设有单独的变频模块。如图 3-16 所示，变频模块主要是由电源供电电路、集成电路芯片以及功率晶体管等组成的。

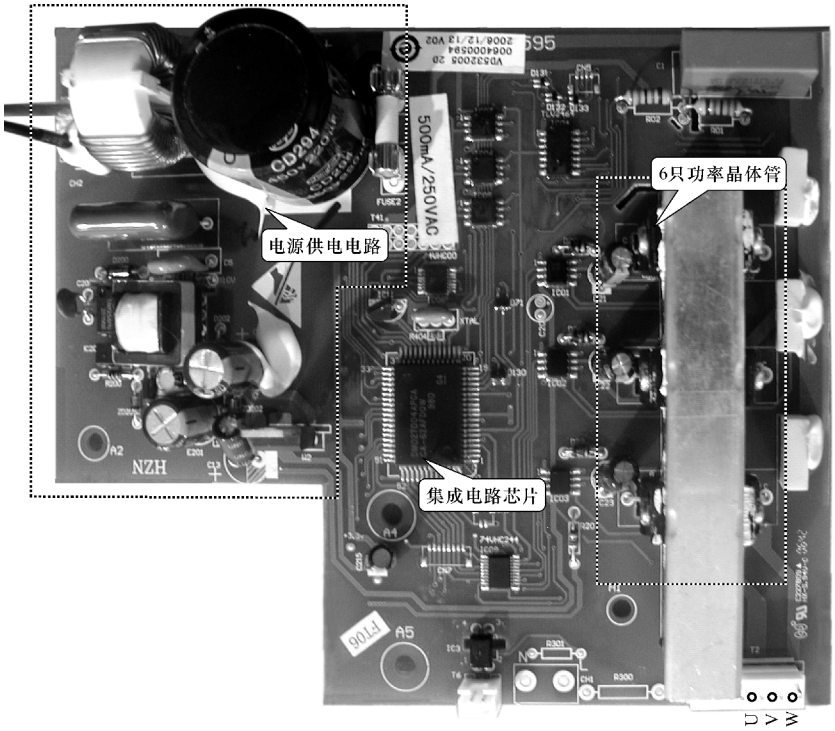


图 3-16　变频模块的实物外形

3.2　电冰箱的工作过程

3.2.1　电冰箱整机的工作原理

电冰箱主要利用制冷剂的循环和状态变化过程进行能量的转换，从而达到制冷目的。在此过程中，电路系统主要用来控制压缩机工作（提供工作电压和控制信号），再由压缩机控制制冷管路工作，使制冷管路中的制冷剂进行转换和循环，从而达到冷藏室和冷冻室的低温要求，图 3-17 所示为典型电冰箱的整机工作流程图。

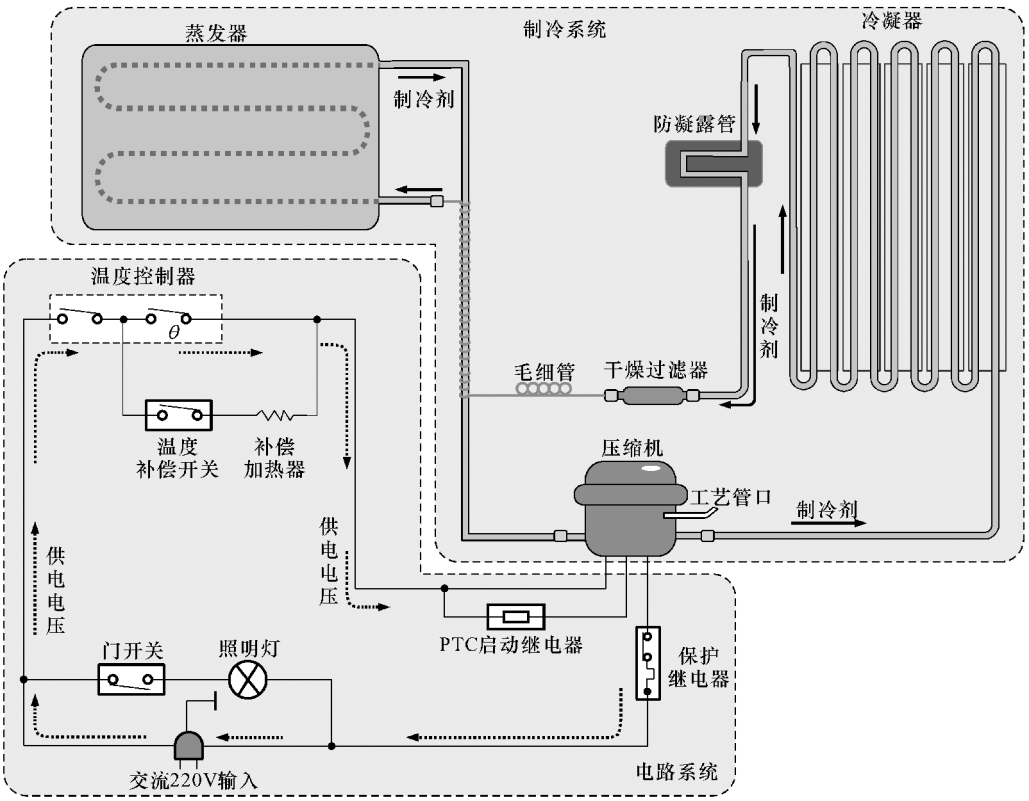


图 3-17　典型电冰箱的整机工作流程图

图 3-18 所示为典型电冰箱的制冷系统流程图，电冰箱的电路系统带动压缩机工作后，压缩机将内部制冷剂压缩成为高温高压的过热蒸汽，然后从压缩机的排气管排出，经排气管道进入冷凝器。冷凝器的功能是将制冷剂的热量散发给周围的空气，使得制冷剂由高温高压的过热蒸汽冷凝为低温高压的液体，然后经干燥过滤器后进入毛细管。由于毛细管的通道细长，制冷剂进入毛细管被节流降压后变为低温低压的制冷剂液体，再进入蒸发器。在蒸发器中，低温低压的制冷剂液体吸收外界大量热量而汽化为饱和蒸汽，这就达到了吸热制冷的目的。最后，低温低压的制冷剂蒸汽经压缩机吸气管后进入压缩机，再经压缩机压缩后成为高温高压的过热蒸汽，开始下一次循环。

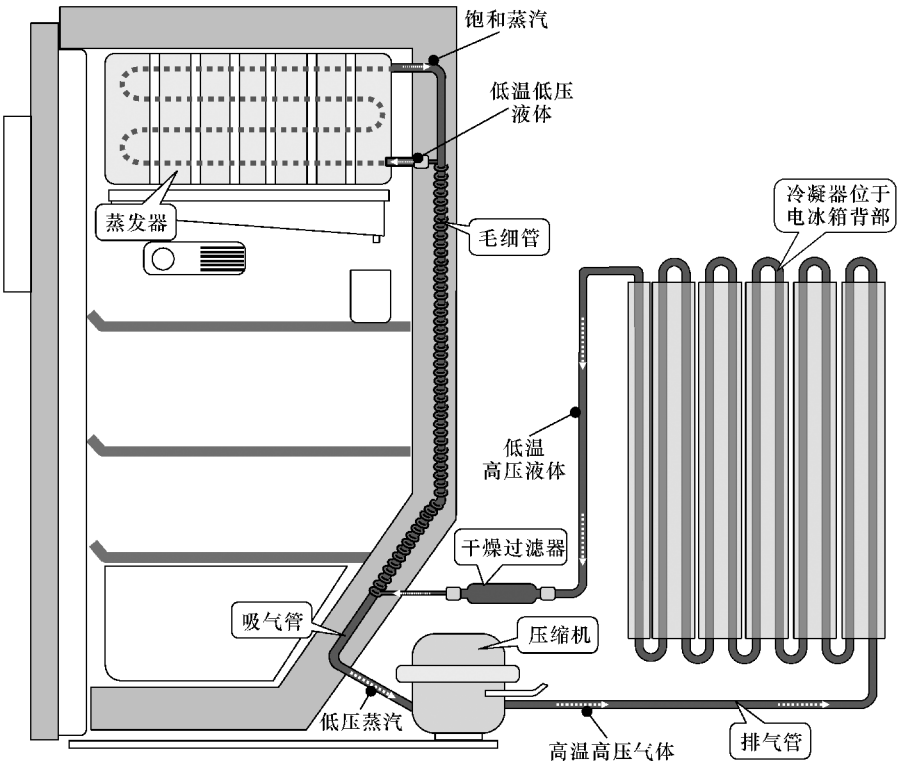


图 3-18　典型电冰箱制冷系统流程图

提示：

目前，大多数电冰箱采用双温双控的方式进行制冷循环的控制，双温双控是指在电冰箱中配置两个蒸发器和两个温度传感器对冷藏室、冷冻室内的温度进行检测和控制。因此，电冰箱的冷冻室和冷藏室的制冷循环可同时进行，当冷藏室的温度达到设定温度时，冷藏室制冷循环停止，冷冻室的制冷工作继续进行。该控制方式可减少能耗，达到电冰箱不同室内的温度需求。

图 3-19 所示为典型双温双控电冰箱管路系统的工作原理图，电冰箱刚开始运行时，压缩机开始工作。制冷剂在压缩机中被压缩，将原本低温低压的制冷剂气体压缩成高温高压的过热蒸汽，然后从压缩机排气管排出，进入冷凝器管道。冷凝器将制冷剂热量散发到周围的空气中，实现液化降温，将高温高压的过热蒸汽冷凝为低温高压的制冷剂液体。再经防凝露管、干燥过滤器后，在三通电磁阀的控制下，将制冷剂分为两路输送到冷藏毛细管和冷冻毛细管中。再经毛细管节流降压后形成低温低压的液体，进入到冷藏蒸发器和冷冻蒸发器中。进入蒸发器后，制冷剂吸收电冰箱内部的热量而汽化，从而达到制冷的目的。经汽化后的制冷剂经连接管路（冷藏室蒸发器中的制冷剂还会通过冷冻室蒸发器）返回到压缩机内，再次进行压缩，如此周而复始，完成制冷循环。

当电冰箱进入稳定状态时，冷藏室温度达到设定的温度后，电磁阀动作阻断冷藏蒸发器的管路，仅让冷冻蒸发器工作，达到节能、高效的目的。然而，当重新设定冷藏室温度后，电冰箱的冷藏室制冷循环工作又开始，即电磁阀接冷藏毛细管的一端接通，制冷剂通过毛细

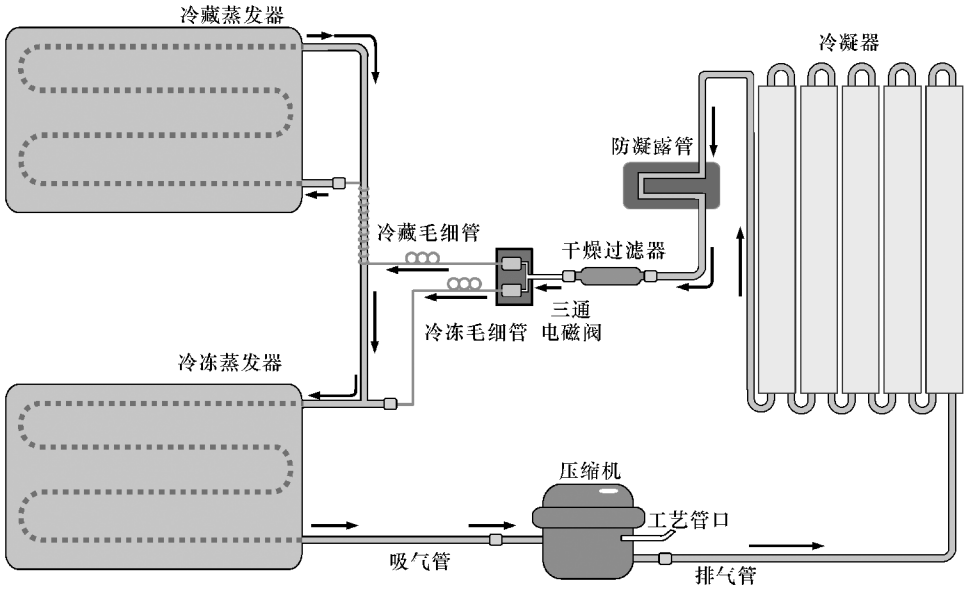


图 3-19　典型双温双控电冰箱管路系统的工作原理

管流向冷藏蒸发器。制冷剂经过冷藏蒸发器吸热后，再通过冷冻蒸发器被吸入到压缩机中，开始新一轮的循环，如图 3-20 所示。

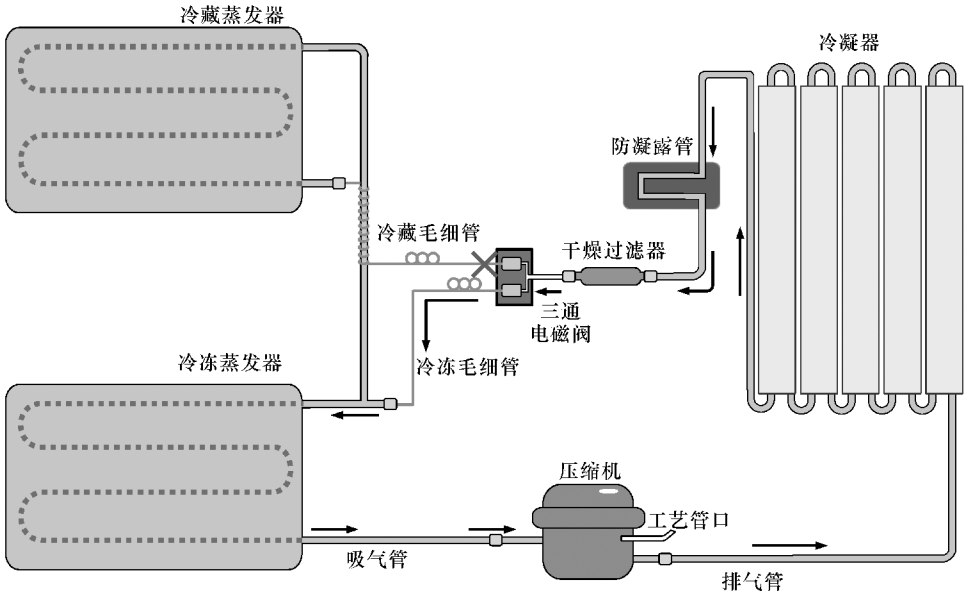


图 3-20　双温双控电冰箱制冷稳定状态循环过程

链接：

在三室电冰箱中，通常采用三条毛细管、三个蒸发器的制冷管路连接方式，来控制冷藏室、冷冻室和变温室的温度，如图 3-21 所示。当电冰箱初始通电时，其箱体内的温度较高，电冰箱将运行在质检模式，两个电磁阀同时启动，使其三室制冷循环同时进行。当三室电冰

箱启动后，根据控制系统对质检模式的设定，其冷冻室的温度首先下降，其次是变温室温度变化，最后为冷藏室温度变化。当质检模式结束后，即三室温度均达到预定的温度，压缩机停止工作，电冰箱开始进入到稳定的工作状态。

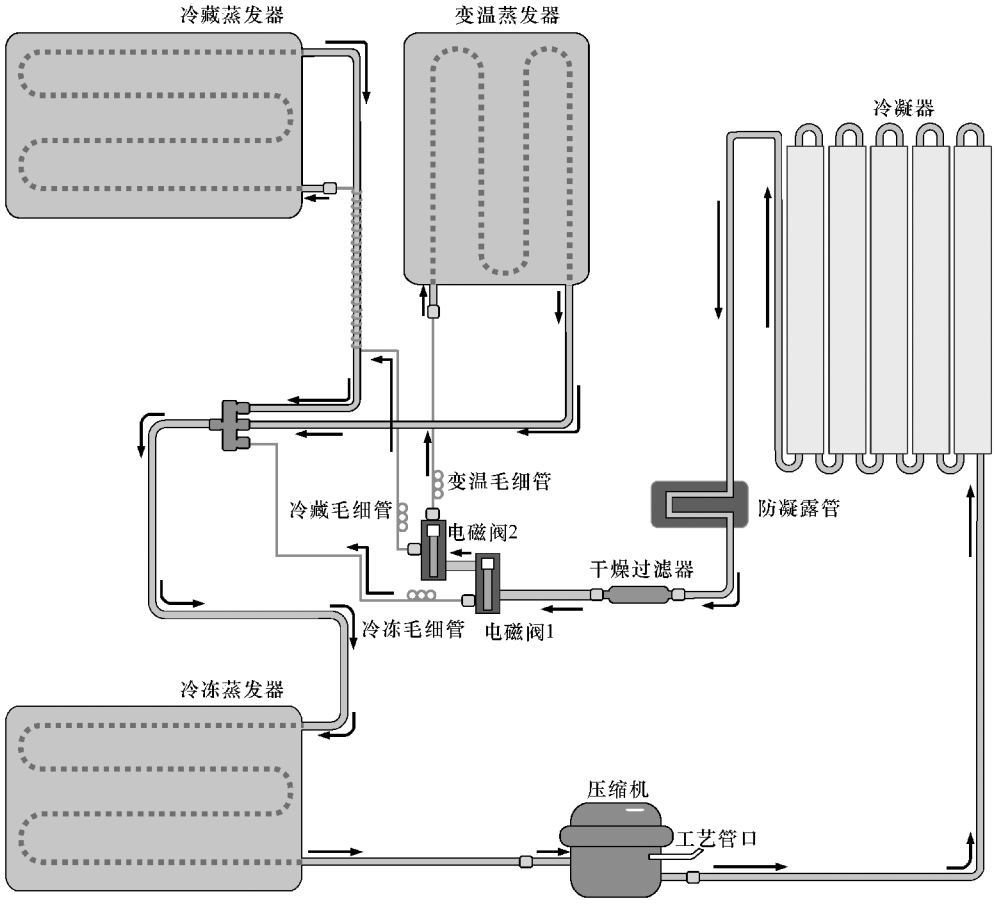


图 3-21　三室电冰箱制冷系统的工作过程

3.2.2　电冰箱电路系统的工作过程

不同类型的电冰箱复杂程度不同，其电路系统的结构和工作过程也各有不同，大体上可分为普通电冰箱电路系统、智能电冰箱电路系统以及变频电冰箱电路系统。

1. 普通电冰箱电路系统的工作流程

普通电冰箱是通过启动继电器和启动压缩机进行工作的，工作后，由温度控制器和保护继电器对压缩机的工作状态进行控制，图 3-22 所示为典型电冰箱电路系统的工作流程。

电冰箱接通电源后，温度控制器和保护继电器处于接通状态，交流 220V 电压通过压缩机运行绕组 CM 及保护继电器形成回路，产生 6～10A 的大电流。该大电流使启动继电器衔铁吸合（吸合电流为 2.5A），即启动继电器常开触点接通，使压缩机启动绕组 CS 产生电流，形成磁场，从而驱动转子旋转。压缩机转速提高后，在反电动势作用下，电路中电流下降，当下降到不足以吸合衔铁（释放电流为 1.9A）时，启动继电器常开触点断开，启动绕

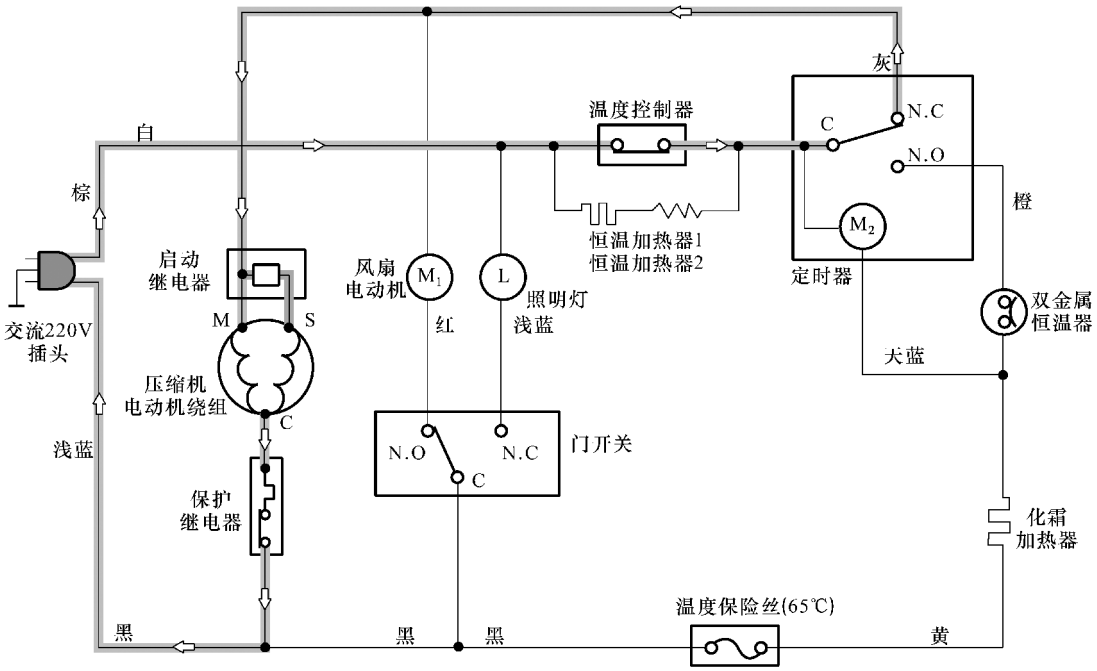


图 3-22　普通电冰箱电路系统的工作流程

组停止工作，电流降到额定电流（1A 左右），压缩机进入正常运转状态，电冰箱开始制冷。

保护继电器触点正常时处于常闭状态，但当压缩机电动机过电流或压缩机壳体温度过高时，便自动断开起到保护作用。由于保护继电器与压缩机串联，遇压缩机过载时电流增大，因此，流过保护继电器内的电阻丝的电流也增大而发热，使双金属片受热迅速变形，从而使触点断开，切断压缩机供电，电动机停止转动。

温度控制器的感温头固定在电冰箱蒸发器的表面，当感温头感知温度达到设置要求时，温度控制器自动断开，切断压缩机供电，从而停止制冷。当箱内温度升高时，温度控制器感知的温度高于设定值时，温度控制器自动转入接通状态，电路再次对压缩机供电，使压缩机再次启动运行。

当冷藏室箱门关闭时，位于冷藏室箱门处的门开关受挤压而断开，切断照明灯供电，冷藏室的灯熄灭；当打开冷藏室的箱门时，门灯开关弹出，照明灯电路处于接通状态，照明灯随即点亮。

链接：

普通电冰箱电路系统的工作原理比较简单，其主要元器件覆盖整个电冰箱箱体，但在实际连线过程中较为复杂，如图 3-23 所示。

2. 智能电冰箱电路系统的工作流程

智能电冰箱是指电路系统中采用微处理器进行控制的电冰箱，它的制冷管路与普通电冰箱基本相同，图 3-24 所示是典型智能电冰箱电路系统的工作流程图。

微处理器（CPU）是一个具有很多引脚的大规模集成电路，其主要特点是可以接收人工指令和传感信息，遵循预先编制的程序自动进行工作。CPU 具有分析和判断能力，由于它的工作犹如人的大脑，因而又称之为微电脑，简称微处理器。

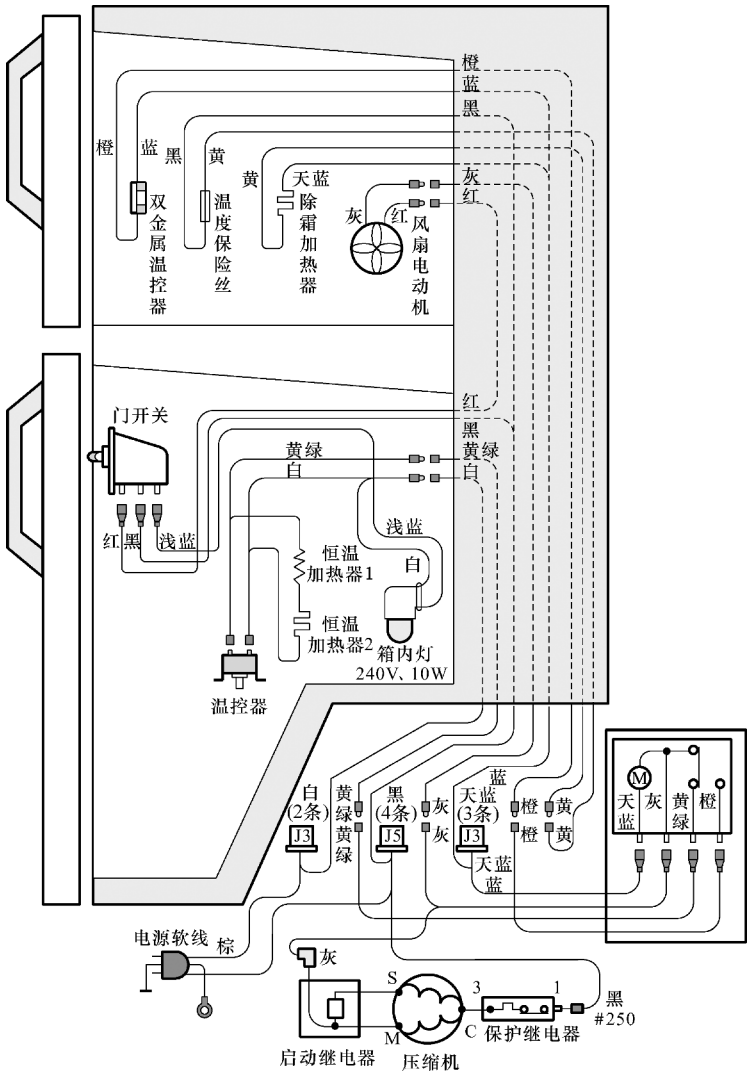


图 3-23　普通电冰箱电路系统线路连接和分布图

冷藏室和冷冻室的温度检测信息随时送给微处理器，人工操作指令利用操作显示电路也送给微处理器，微处理器收到这些信息后，便可对继电器、风扇电动机、除霜加热器、照明灯等进行自动控制。

电冰箱室内设置的温度检测器（温度传感器）将温度的变化变成电信号送到微处理器的传感信号输入端，当电冰箱内的温度到达预定的温度时电路便会自动进行控制。

微处理器对继电器、电动机、照明灯等元件的控制需要有接口电路或转换电路。接口电路将微处理器输出的控制信号转换成控制各种器件的电压或电流。

操作电路是人工指令的输入电路，通过这个电路，用户可以对电冰箱的工作状态进行设置。例如温度设置、化霜方式等都可由用户进行设置。

链接：

通常在电冰箱的外壳上，会标有该电冰箱整机结构的框图，如图 3-25 所示。通过整机框图可知，该电冰箱上设置有主控电路板，而微处理器则是智能电冰箱的标志。

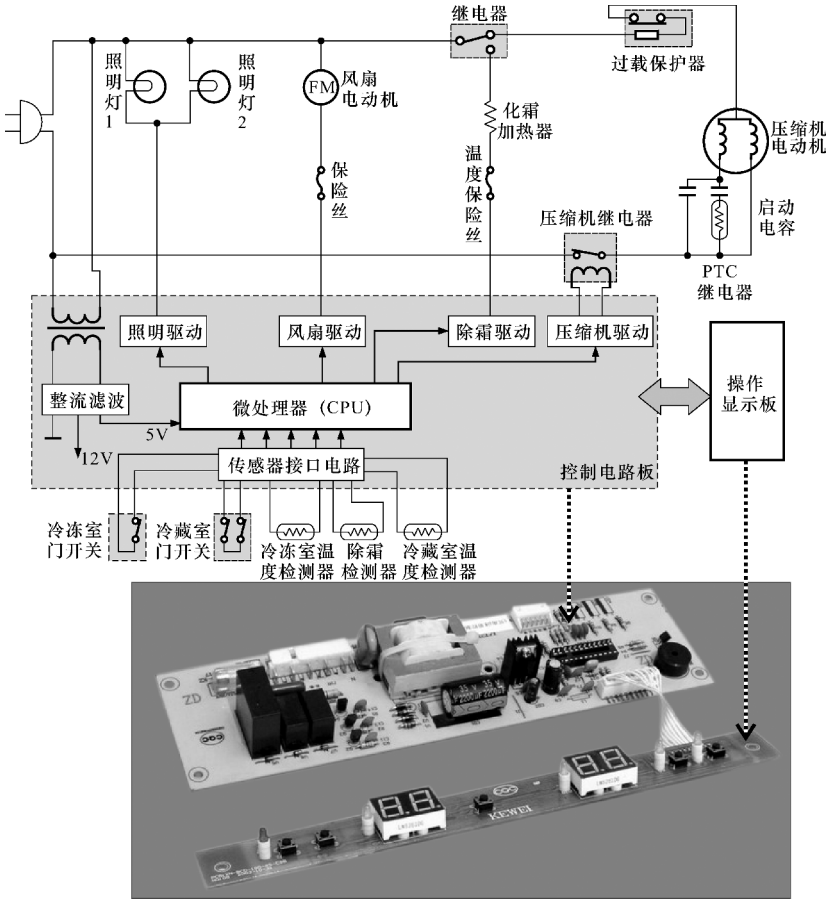


图 3-24　典型智能电冰箱电路系统的工作流程图

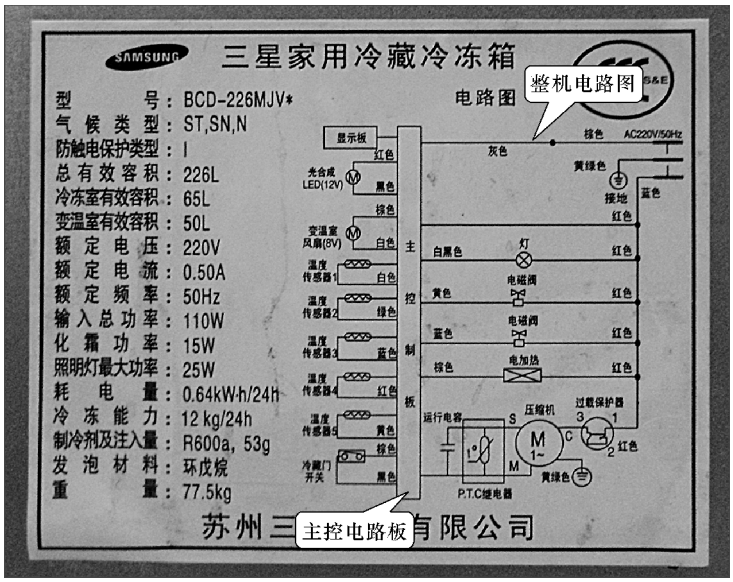


图 3-25　典型电冰箱外壳上的整机结构框图

3. 变频电冰箱电路系统的工作流程

变频电冰箱是在智能电冰箱的基础上，应用变频技术，由变频电路对变频压缩机进行控制，从而实现变频制冷的功能。

变频电冰箱的主要特点就是压缩机为变频压缩机，其电路系统的结构及工作流程与智能电冰箱的控制电路板基本相同。另外，为了实现对变频压缩机的控制，增加了一个变频控制电路（变频模块），如图 3-26 所示。

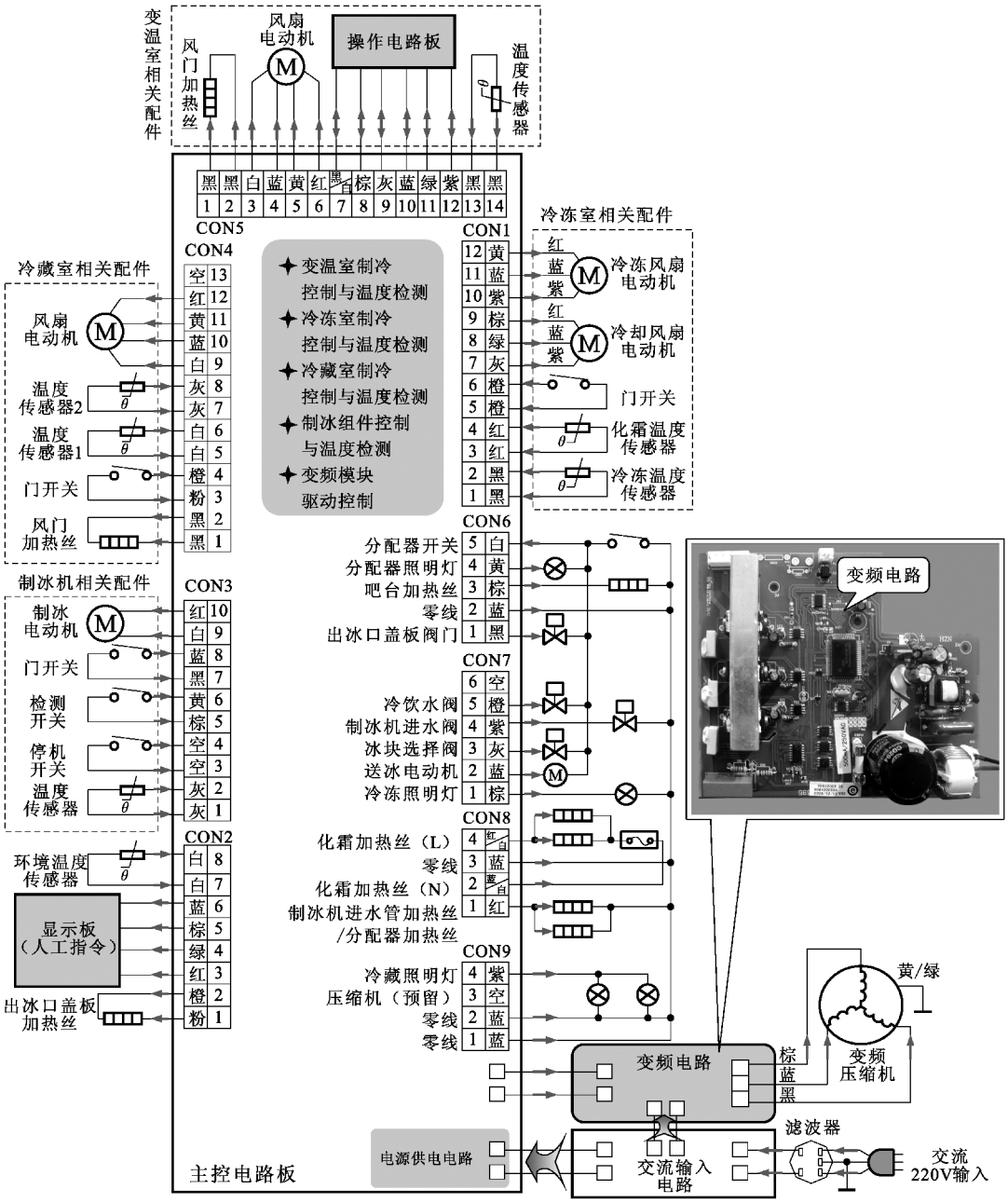


图 3-26　典型变频电冰箱电路系统的工作流程图

交流 220V 经过滤波器送入电冰箱的交流输入电路中，由交流输入电路分别为变频电路和电源供电电路供电，维持电冰箱的工作状态。

工作时，用户通过电路板为主控电路输入人工指令，主控电路中的微处理器接收到指令后，除了对变温室、冷藏室的风扇电动机、风门加热丝等发出工作指令外，还将工作指令输入到变频模块中，对变频驱动电路发出控制信号并驱动变频压缩机工作。

提示：

电冰箱的变频电路是将电源电路整流滤波后得到的约 300V 的直流电压送给 6 个 IGBT，由这 6 个 IGBT 控制流过三相电动机绕组的电流方向和顺序，形成旋转磁场，驱动转子旋转，其电路如图 3-27 所示。

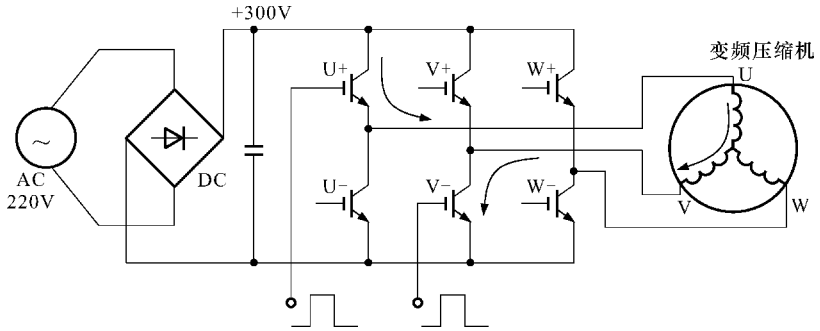


图 3-27　变频电冰箱的变频电路图

链接：

在变频电冰箱中，不同颜色的连接线与配件之间的关系也存在不同，图 3-28 所示为海尔 BCD－316WS 型变频电冰箱的连接图，通过连接图，便可以轻松地了解电冰箱中各个电路与部件之间的连接关系，以及连接线的颜色等信息。

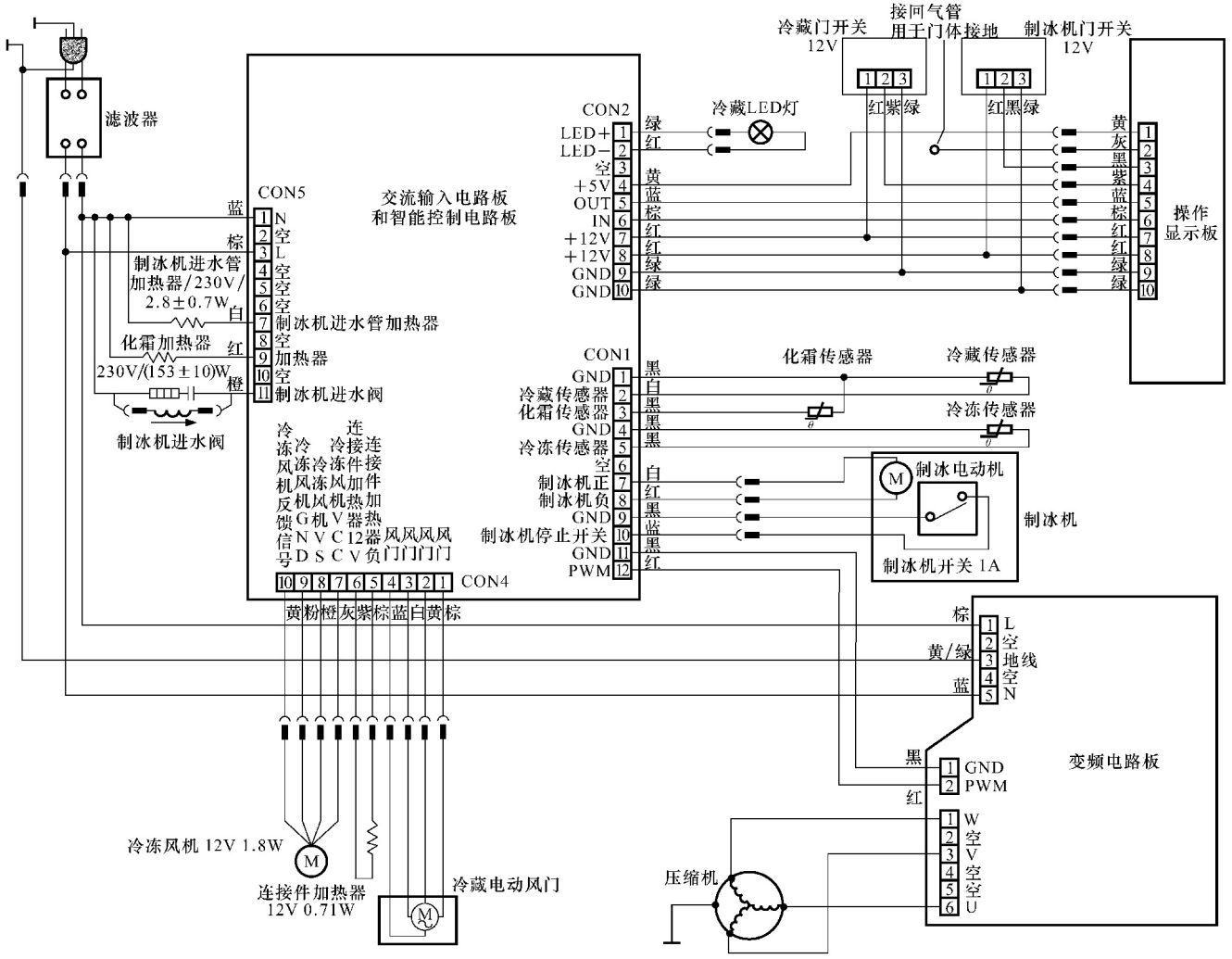


图3-28 海尔BCD-316WS型变频电冰箱的连接图

第 4 章　掌握电冰箱的管路检修技能

4.1　电冰箱管路的加工与焊接技能

4.1.1　电冰箱管路的加工技能

当电冰箱的管路系统发生故障时，通常需要对管路系统进行检修。检修时，需要对电冰箱内部的管路进行切割和管口加工。

1. 电冰箱管路切割技能

当电冰箱的管路系统发生故障或需要对管路系统进行抽真空、充注制冷剂等操作时，都需要对制冷管路进行切割操作。切割时需要选用专用的切割工具，即切管器，如图 4-1 所示，切管器主要是由进刀旋钮、切割刀片、滚轮以及刮管刀构成。

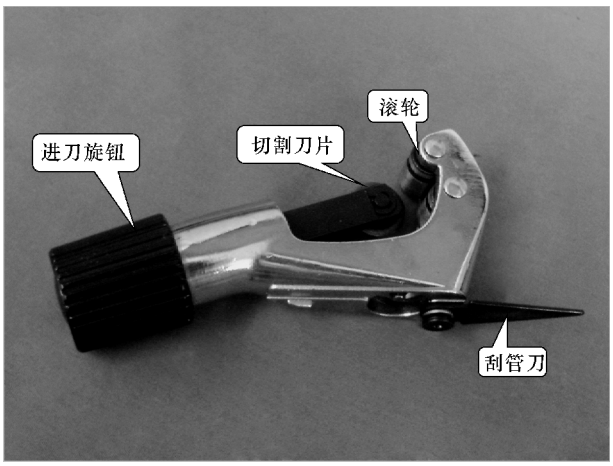


图 4-1　切管器

（1）调节切管器

电冰箱的管路通常为铜管，在使用切管器对铜管进行切割时，首先旋转进刀旋钮调节切割刀片和滚轮之间的间距，使该间距大于待切割的铜管直径，便于铜管的放入，如图 4-2 所示。

（2）将铜管放入切管器中

将需要切割的铜管放置在切管器刀片和滚轮之间，使铜管与切管器的切割刀片相互垂直，如图 4-3 所示，然后缓慢旋转切管器的进刀旋钮，使切管器的切割刀片接触铜管的管壁。

（3）对铜管进行切割

铜管放入切管器后，用手握住铜管防止铜管脱落，然后顺时针旋转切管器，在旋转时应使铜管与切管器垂直，且每转动一圈，需调节一次进刀旋钮，使切割刀片逐渐切入铜管，保

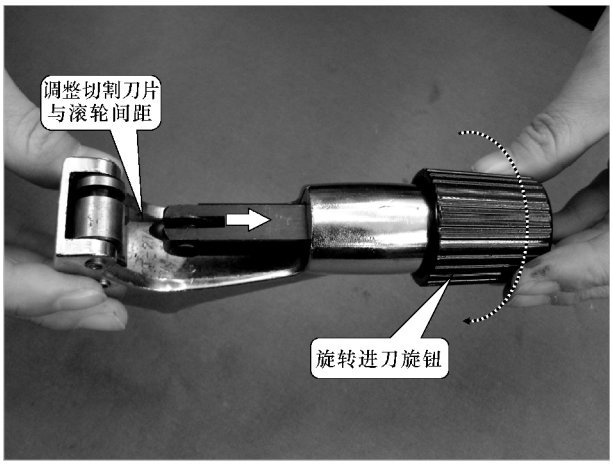


图 4-2　调节切管器

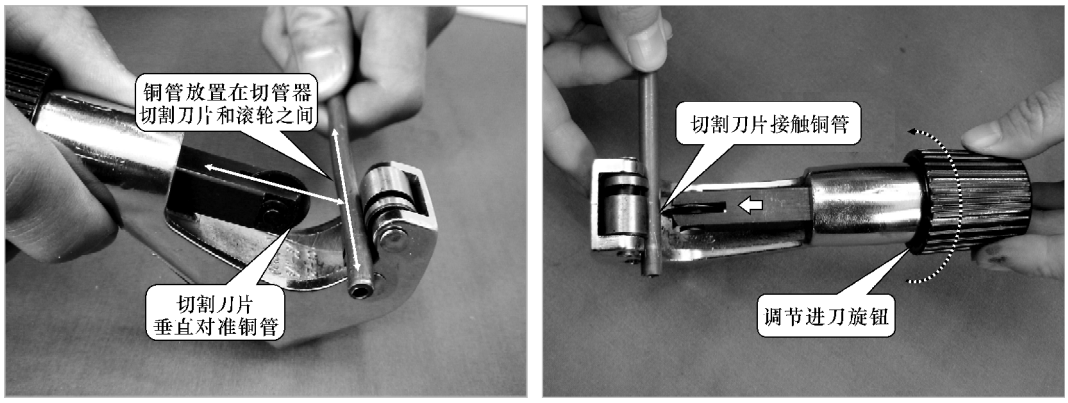


图 4-3　将铜管放入切管器中

证铜管在切管器切割刀片和滚轮间受力均匀，直到将铜管切断，如图 4-4 所示。

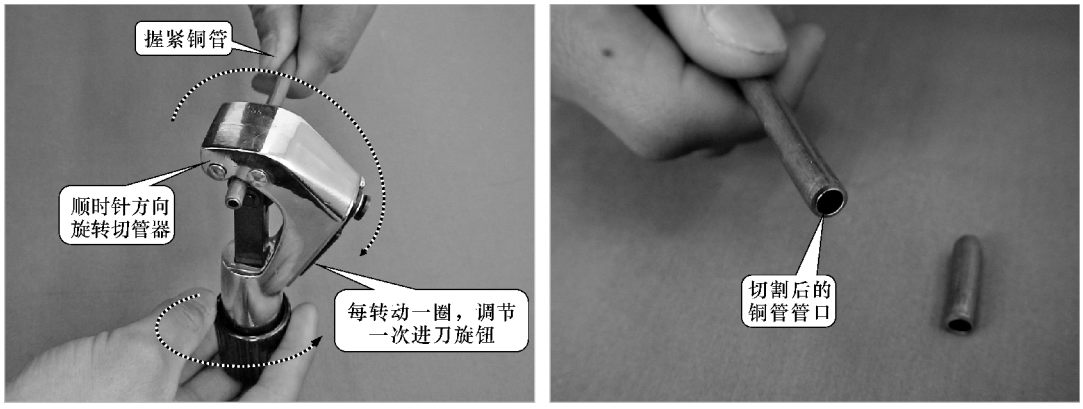


图 4-4　旋转切管器与进刀旋钮切割铜管

链接：

在维修电冰箱的管路系统时，若需要对毛细管进行切割，可以使用专用的毛细管剪刀，

如图 4-5 所示。使用时用毛细管剪刀的钳口钳住毛细管需要切割的方位，此时握住手柄即可将毛细管剪断。

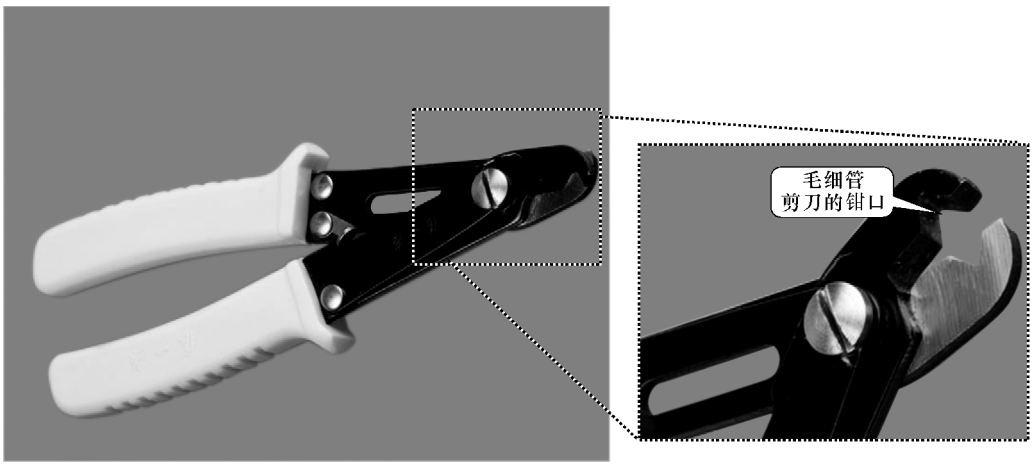


图 4-5　毛细管剪刀

（4）修整铜管

铜管切割完毕后，在铜管管口上会有少许的毛刺，此时可使用切管器上的刮管刀去除，如图 4-6 所示将切管器上的刮管刀推出，然后将铜管管口垂直于刮管刀并水平来回移动铜管，此时即可将铜管管口上的毛刺去除。

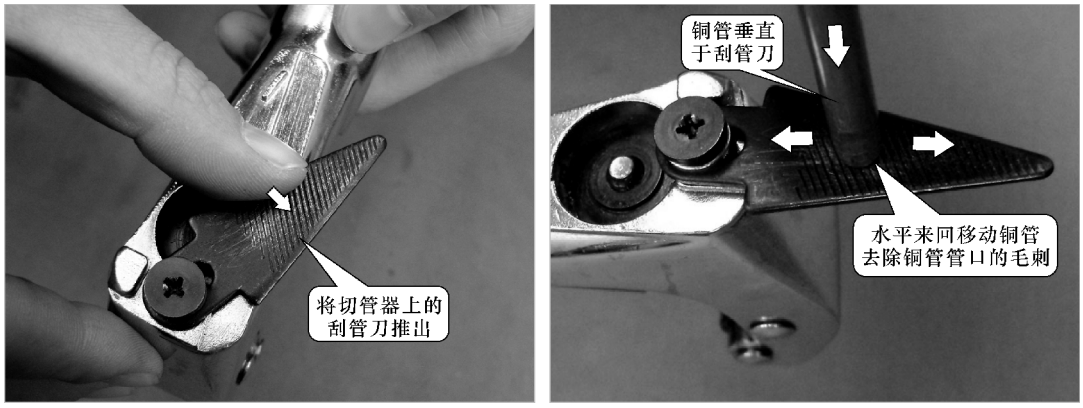


图 4-6　去除铜管管口上的毛刺

链接：

去除铜管管口上的毛刺时，在条件允许的情况下，可以使用专用的修管器对切割的铜管管口进行修整，如图 4-7 所示为修管器的实物外形，从图中可以看出在修管器的一端有凸起的圆锥体，可以用于打磨切割铜管内口径的毛刺，在修管器的另一端为凹向内部的圆锥体，用于打磨切割铜管外口径的毛刺。

在使用修管器修整切割铜管管口的毛刺时，先将待修整铜管垂直放入修管器的凹入圆锥端，轻轻转动修管器，对铜管的外口径毛刺进行修整；再将铜管垂直放入修管器凸起圆锥端，轻轻转动修管器，对铜管的内口径毛刺进行修整，如图 4-8 所示。

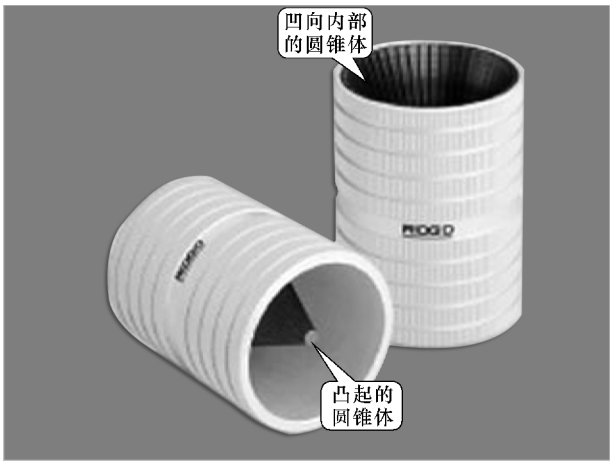


图 4-7　修管器

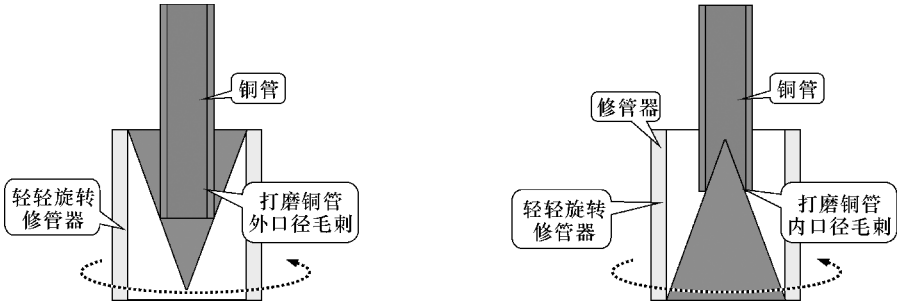


图 4-8　修管器的使用方法

2. 电冰箱管口的加工技能

在维修电冰箱管路时，根据管路连接要求及应用环境的不同，对管口的加工操作也有所不同。通常电冰箱管路的管口主要有喇叭口和杯形口两种，在对管口进行加工时，应使用专用的扩管组件，如图 4-9 所示，扩管组件主要包括顶压器、不同外形的锥形支头、扩管器夹板等部件。

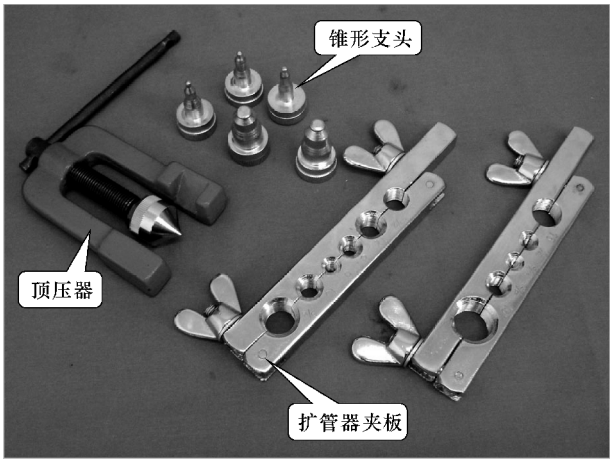


图 4-9　扩管组件

（1）喇叭口加工的方法

喇叭口主要用于通过螺栓（纳子）进行连接的管路，该类管口主要在电冰箱的工艺管

口与三通压力表阀的阀口进行连接时使用，如图 4-10 所示。

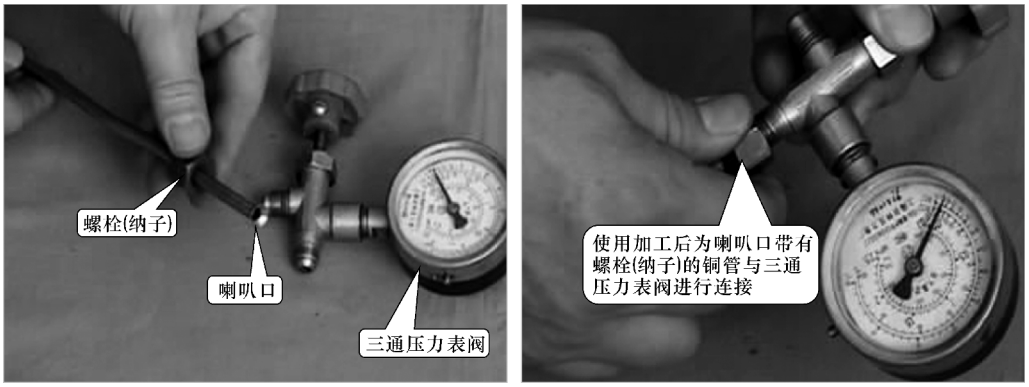


图 4-10　喇叭口在电冰箱管路中的应用

在将铜管管口加工为喇叭口时，先将需要加工的铜管放置在与铜管管径相同的扩管器夹板孔中，使管口朝向喇叭口斜面一侧，如图 4-11 所示，露出的长度应与该孔斜颈相等。

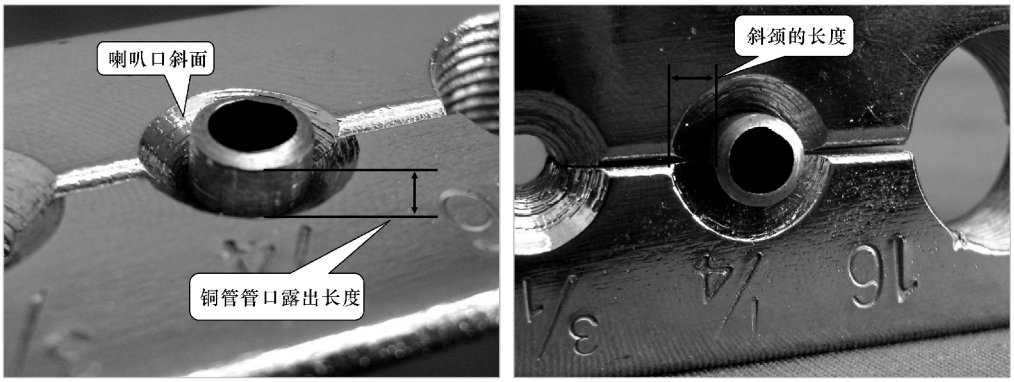


图 4-11　喇叭口露出扩管器夹板的长度

扩压喇叭口所使用的锥形支头没有规格之分，可以给任何直径的铜管扩压喇叭口，如图 4-12 所示。

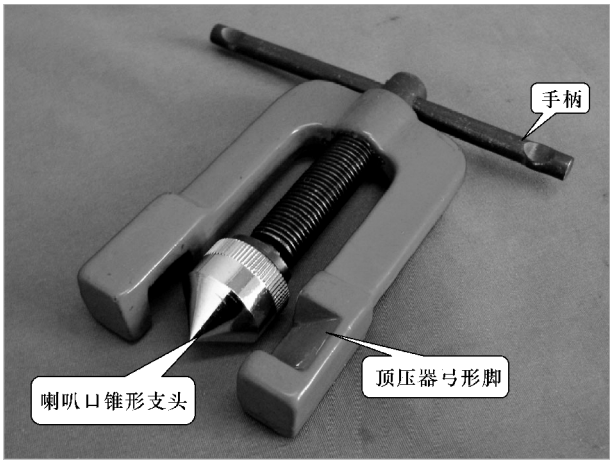


图 4-12　喇叭口锥形支头

确认铜管被夹牢后，将顶压器的锥形支头垂直顶压到铜管管口上，使顶压器的弓形脚卡住扩管器夹板，此时顺时针转动顶压器上端的手柄，进行扩压操作，如图 4-13 所示。

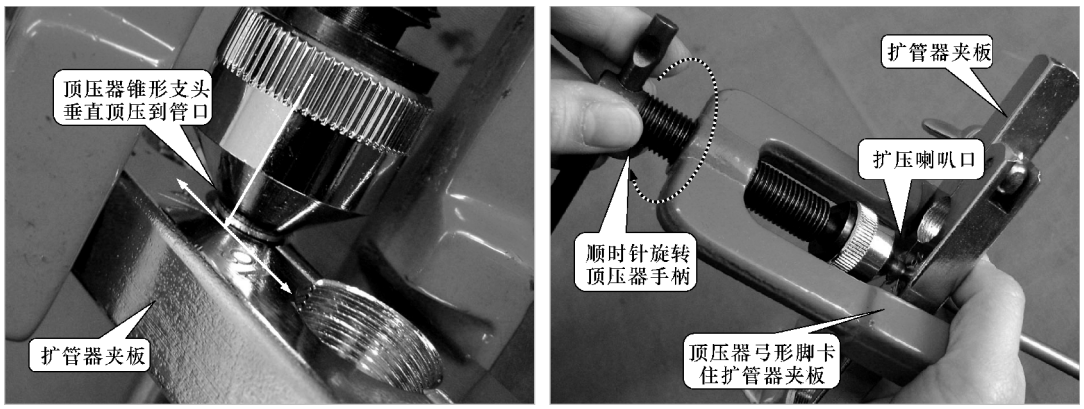


图 4-13　扩压喇叭口

当顶压器手柄无法继续转动时，说明铜管管口已扩压为喇叭口；此时逆时针转动顶压器上的手柄，使锥形支头与铜管分离，然后将扩管器夹板从顶压器的弓形脚中取出，最后再将扩管器夹板打开，取出已完成喇叭口扩口的铜管，如图 4-14 所示。

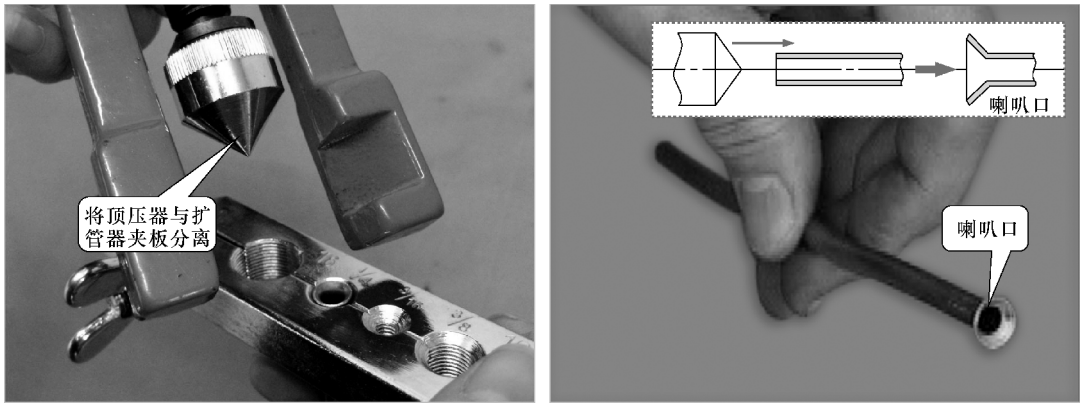


图 4-14　扩压好的喇叭口

（2）杯形口加工的方法

杯形口主要用于电冰箱中制冷管路的连接，当两根铜管需要进行连接时，为了使焊接牢固，通常需要将一根铜管的管口加工为杯形口，以便于另一根管路能够插入，如图 4-15 所示。

在将铜管管口加工为杯形口时，首先需要根据加工铜管的直径选择合适的扩管器夹板孔径，以及合适的杯形口锥形支头，然后将需要加工的铜管放置在与铜管管径相同的扩管器夹板孔中，使管口朝向喇叭口斜面一侧，并确保铜管露出的长度与锥形支头的长度相等，如图 4-16 所示。

确认铜管被夹牢后，将顶压器的锥形支头垂直顶压到铜管管口上，使顶压器的弓形脚卡住扩管器夹板，此时沿顺时针方向旋转顶压器顶部的手柄，直至顶压器的锥形支头将铜管管口胀成杯形，如图 4-17 所示。

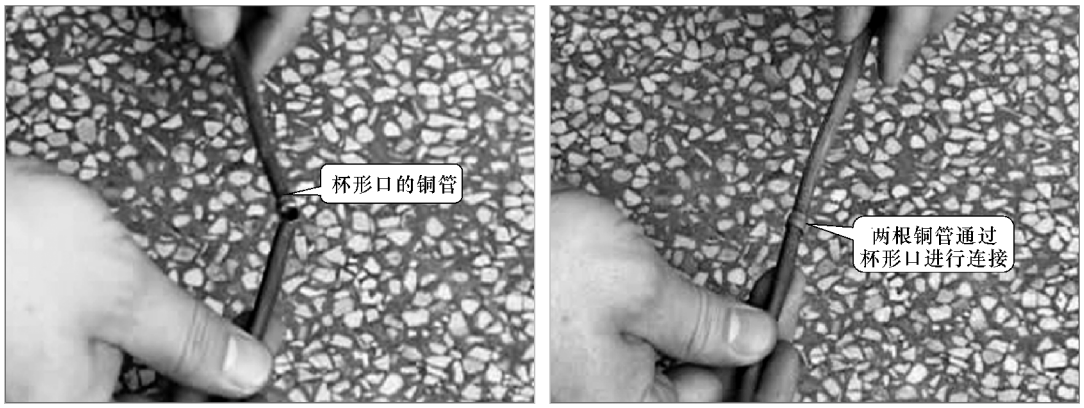


图 4-15　杯形口在电冰箱管路中的应用

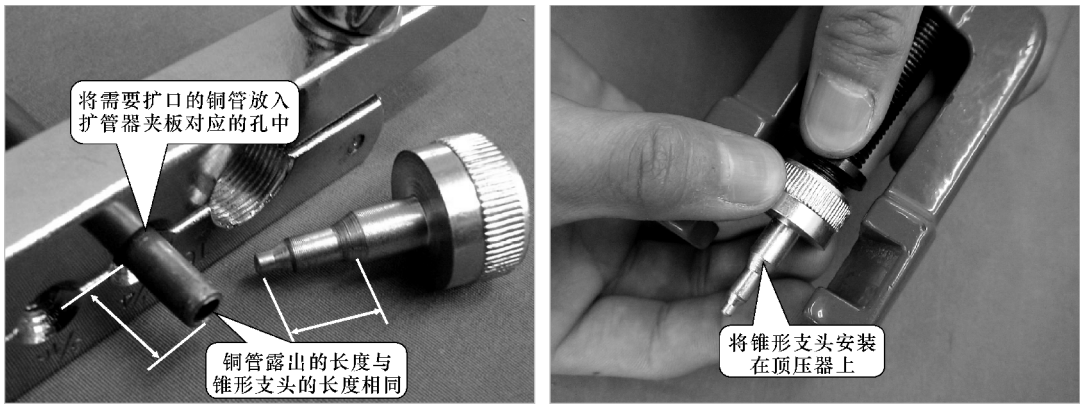


图 4-16　杯形口露出扩管器夹板的长度

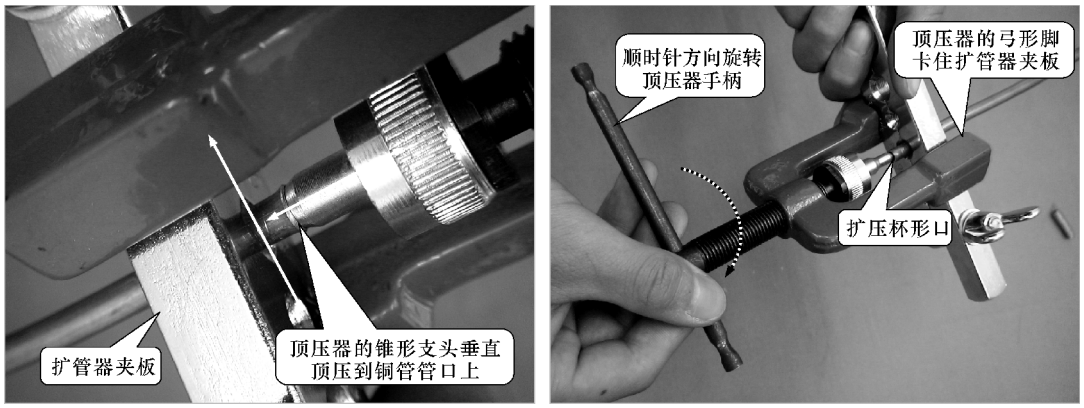


图 4-17　杯形口扩压操作

杯形口扩压完成以后，逆时针转动顶压器上的手柄，使顶压器的锥形支头与铜管分离，然后将扩管器夹板从顶压器的弓形脚中取出，最后再将扩管器夹板打开，取出已完成杯形口扩口的铜管，如图 4-18 所示。

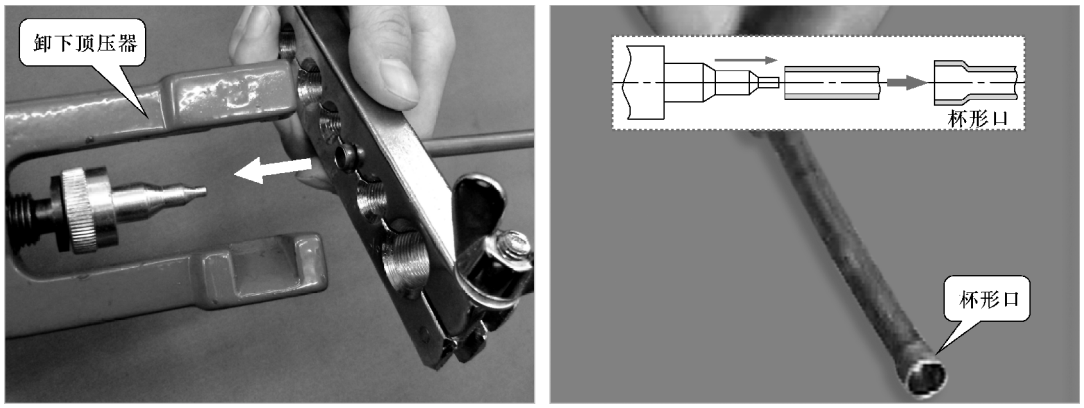


图 4-18　扩压好的杯形口

提示：

在对管路进行扩口加工时，要始终保持锥形支头与铜管垂直，否则会出现扩歪口或裂口的现象，如图 4-19 所示。

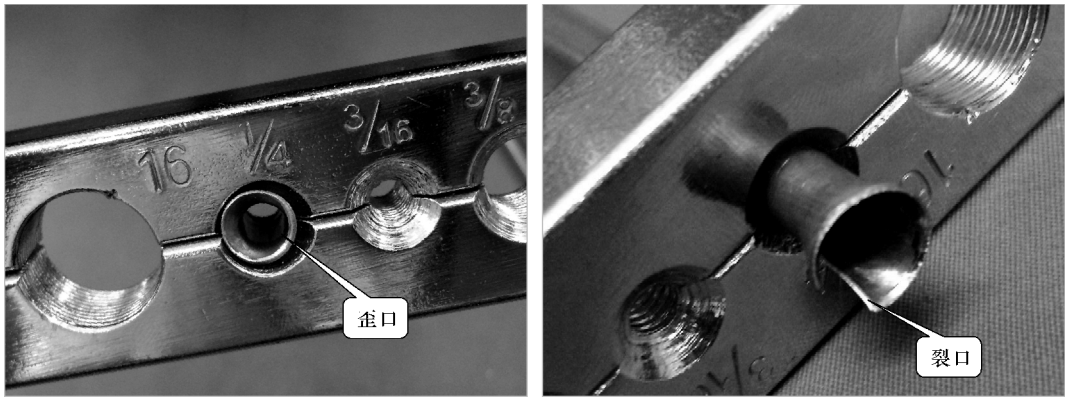


图 4-19　畸形的杯形口

4.1.2　电冰箱管路的连接技能

根据电冰箱中使用制冷剂的不同，管路之间的连接方法也有所不同。在电冰箱中比较常见的管路连接方法主要有焊接和压接两种。

1. 电冰箱管路的焊接方法

使用焊接方法对电冰箱管路进行焊接时，需要使用专用的气焊设备，如图 4-20 所示，气焊设备主要是由燃气瓶、氧气瓶以及焊枪组成，在燃气瓶和氧气瓶的上部都安装有阀门和检测仪表，而在焊枪上设有氧气阀门和燃气阀门。

在对管路进行焊接时，需要将两根铜管对插连接。为了连接牢固，需要将其中一根管路的管口加工为杯形，如图 4-21 所示。由于铜管直径的不同，因此加工杯形口的深度也有所不同。

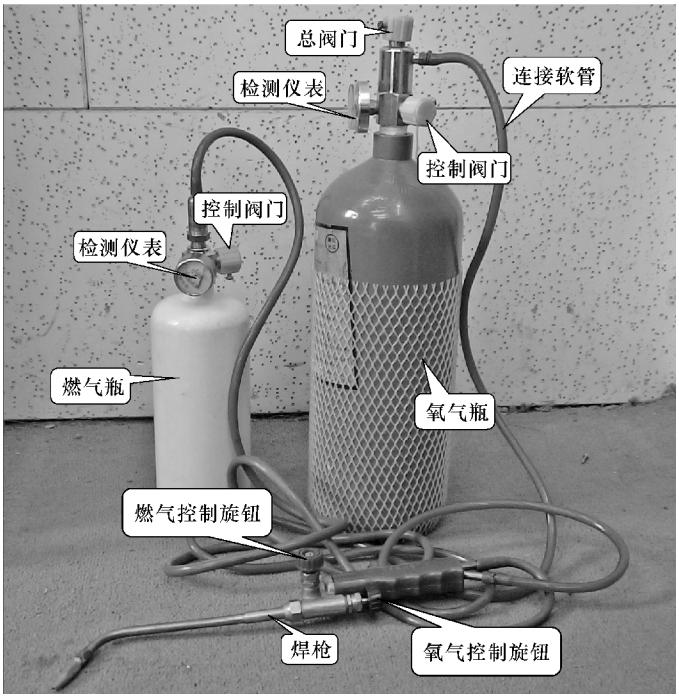


图 4-20　气焊设备

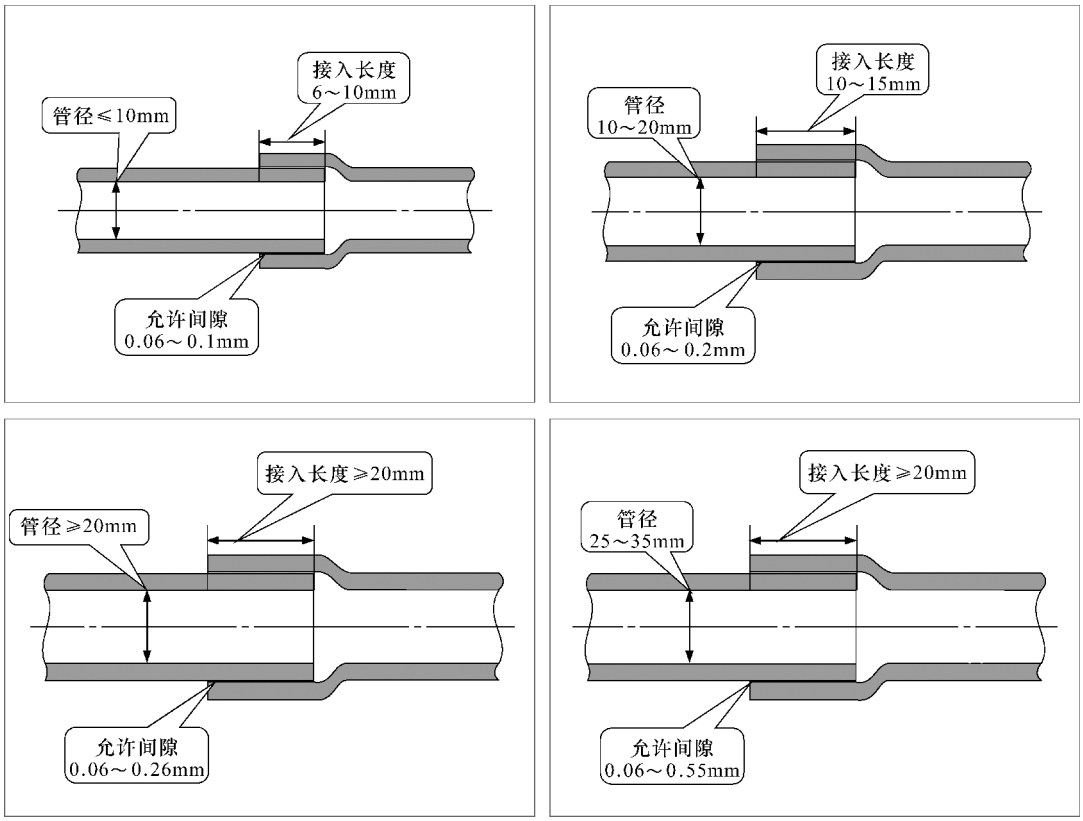


图 4-21　焊接时杯形口的深度

提示：

两根需要焊接的铜管插接完成后，将气焊设备氧气瓶上的总阀门打开，再将焊枪上的氧气阀门打开，此时氧气瓶连接管路中的空气排出，然后将氧气瓶上的总阀门以及焊枪上的氧气阀门关闭，此时可以保证氧气瓶连接的管路中无空气，可以更好地起到助燃功能。

通过控制阀门调节氧气瓶的输出，直至压力表显示的压力到 2kgf/cm^2（约 0.2MPa），再将燃气瓶上的阀门打开，使其输出压力在 5kgf/cm^2（约 0.5MPa），如图 4-22 所示为调节氧气瓶和燃气瓶输出的压力。

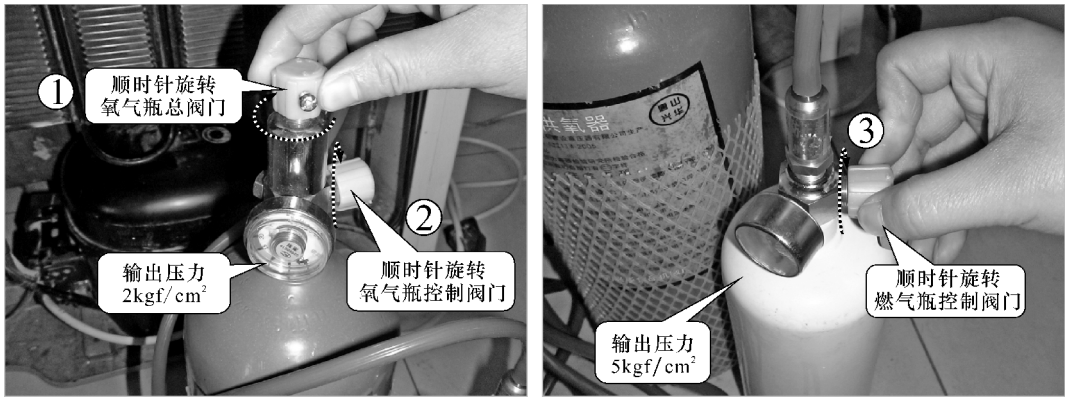


图 4-22　调节氧气瓶和燃气瓶输出的压力

使用焊枪焊接时先将焊枪上的燃气阀门打开，使用打火机点燃焊枪出口，点火完成后，再将焊枪上的氧气阀门打开，通过调节氧气阀门和燃气阀门使火焰达到正常（中性火焰），如图 4-23 所示。

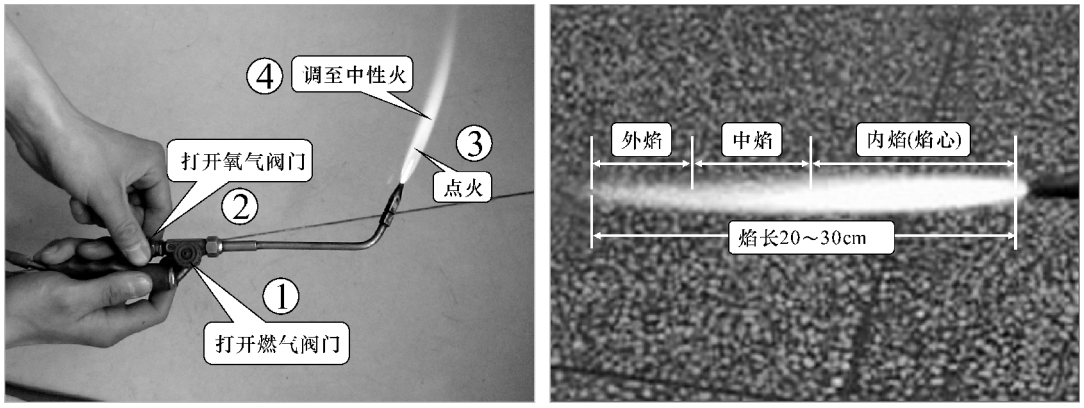


图 4-23　调节焊枪的阀门点燃火焰并对其进行调节

链接：

如表 4-1 所示为不同温度下火焰的颜色，从表中可以看出不同颜色的火焰其温度都有所不同，焊接时应根据电冰箱管路材质的不同选择不同的焊接温度，即调整不同颜色的火焰。例如焊接磷铜放焊条时的温度为 600℃，黄铜放焊条的温度为 1300℃。

表 4-1　不同温度下火焰的颜色

颜色	白天可见	暗红	鲜红	浅红	橙	黄	浅黄	门色	白而有光
温度/°C	525	600	725	830	900	1000	1080	1180	1300

当焊枪发出的火焰调节好后，此时便可对插接的铜管进行焊接了，如图 4-24 所示，将焊枪发出的火焰对准铜管的焊接口，当铜管被加热至暗红色时，将焊条放置到焊口处，利用中性火线的高温将焊条熔化，使其均匀地包围在两铜管焊接处。

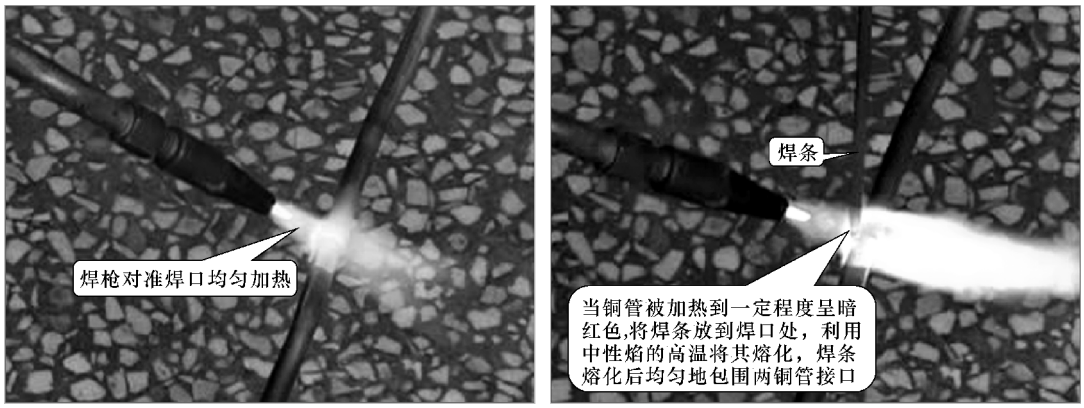


图 4-24　对铜管连接处进行加热，并使用焊条进行焊接

将焊条移开，继续对铜管焊接处进行均匀加热 5 ~ 10s 左右，此时即可完成焊接工作。焊接完成后，首先关闭焊枪上的氧气阀门，再关闭燃气阀门，最后再将燃气瓶上和氧气瓶上的阀门关闭，如图 4-25 所示。

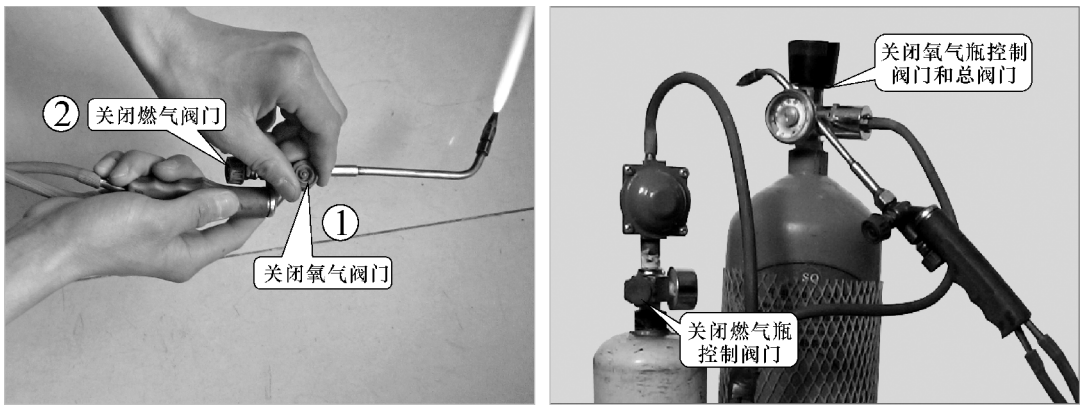


图 4-25　焊枪和氧气瓶及燃气瓶上阀门的关闭

2. 电冰箱管路的压接方法

电冰箱管路压接法主要适用于管路系统充注 R600a 制冷剂的电冰箱，因为 R600a 制冷剂遇明火会产生有毒气体甚至发生爆炸，所以需要使用压接法对该类电冰箱的管路进行连接。使用压接法进行连接时，需要使用专用的压接工具，如图 4-26 所示，主要为压接钳、管接头（洛克管）、密封液等。

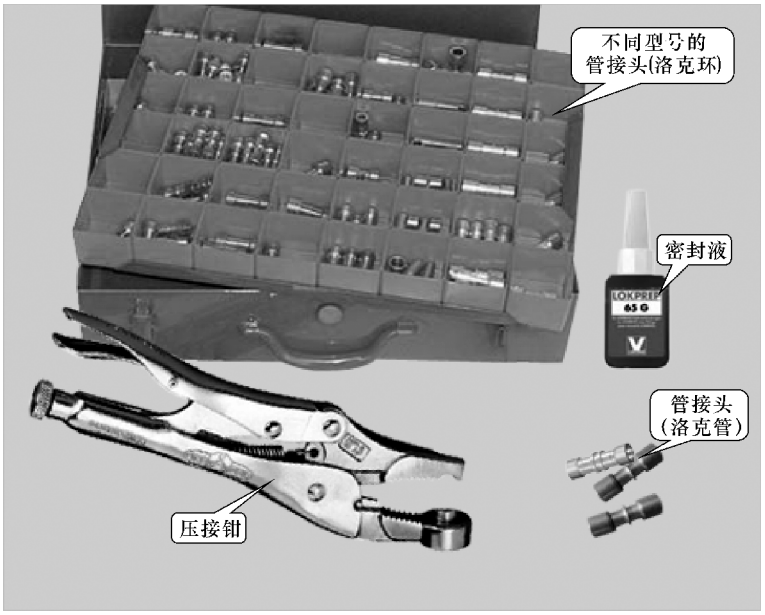


图 4-26　电冰箱管路压接工具

提示：

电冰箱中管路的直径有所不同，所以在选择管接头（洛克管）进行连接时，也应当注意管接头（洛克管）的直径，不同直径的铜管应使用直径匹配的管接头（洛克管）。

电冰箱管路需要进行压接时，应当选择直径匹配的管接头（洛克管），在需要连接的两根管路的管口上涂抹上密封液，分别插入管接头（洛克管）的两端接口中，如图 4-27 所示，当需要连接的两根管路插入管接头（洛克管）后，适当旋转管接头（洛克管），使密封液可以在管接头（洛克管）的胶合部位涂抹均匀。

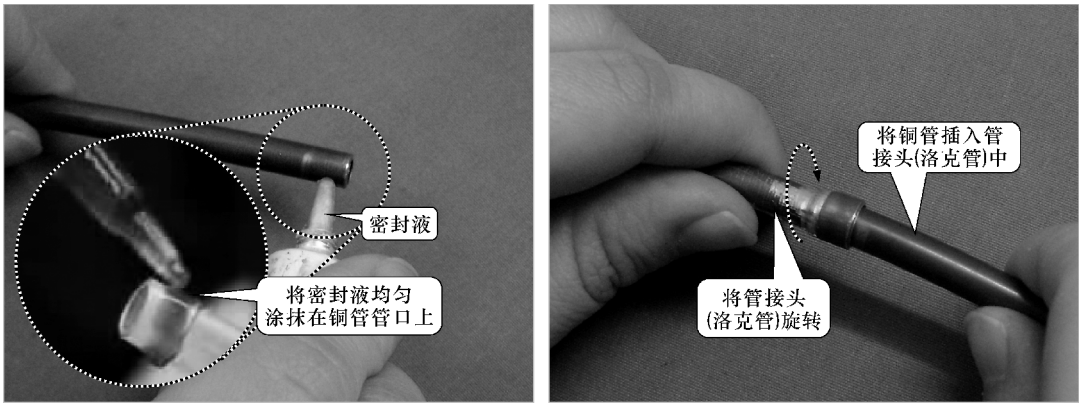


图 4-27　将需要连接的两根管路管口涂抹密封液，在将其插入管接头（洛克管）中

然后使用压接钳的钳口钳住管接头（洛克管），此时握下压接钳手柄，将管接头（洛克管）压紧，如图 4-28 所示。待密封液将管接头（洛克管）完全粘合在一起后，便可松开压接钳。

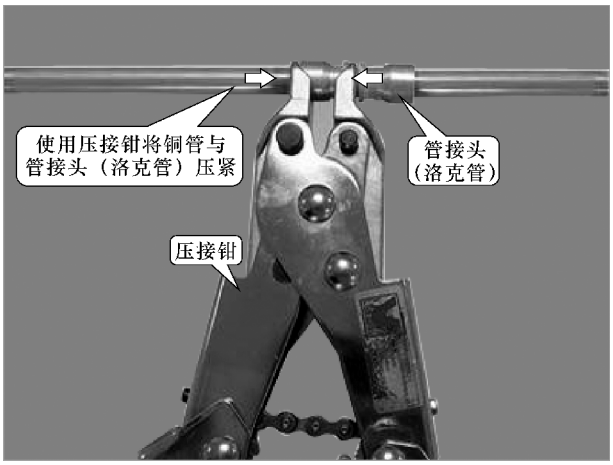


图 4-28　使用压接钳进行压接

4.2　电冰箱管路的抽真空、充注制冷剂和检漏技能

4.2.1　电冰箱管路的抽真空技能

电冰箱的管路系统维修完成后，在充注制冷剂之前，需要对整体管路进行抽真空处理。对管路抽真空可以将管路中的空气、杂质、水分等抽出，使管路系统保持洁净。只有管路系统洁净的情况下，充注制冷剂，才能确保电冰箱的制冷效果良好，所以抽真空也是电冰箱维修人员必须掌握的基础技能。

在对电冰箱管路进行抽真空前，需要先将管路中的原有制冷剂释放。使用专用的排空钳钳住电冰箱的工艺管口，拧紧排空钳上的旋钮，使刺针可以刺破工艺管口管路，制冷管路中的制冷剂便会通过排空钳上的连接软管排出。将电冰箱插上供电电源，使电冰箱处于运行状态，当电冰箱运行 5min 左右之后，管路中的制冷剂基本排放完成，轻轻晃动压缩机，使压缩机中与冷冻机油混合的制冷剂分离，然后将电冰箱断电停放 3min 左右，再重新通电运行，使残留制冷剂继续排出，持续 5min 左右，制冷剂便彻底释放完成，如图 4-29 所示。

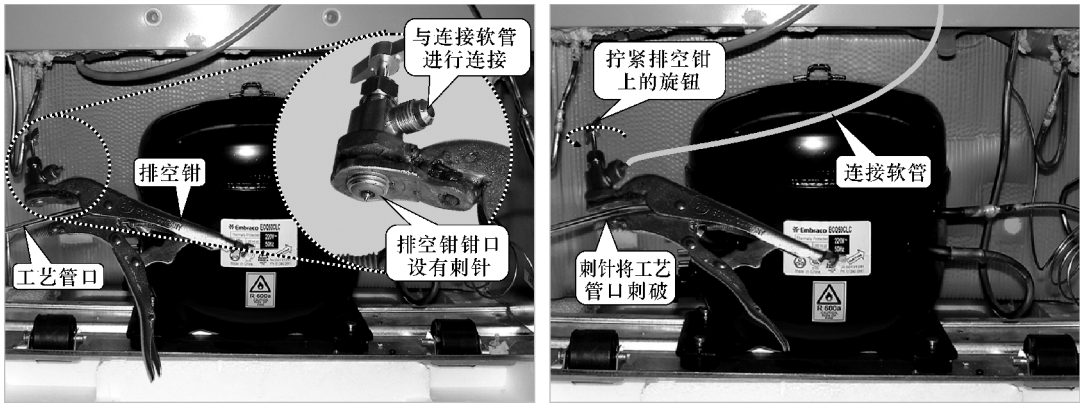


图 4-29　使用排空钳排出电冰箱管路中的制冷剂

提示：

制冷剂本身是有毒的，并且会污染环境，因此，不可以将制冷剂直接排放在室内或室外。在排放电冰箱管路中的制冷剂时，应当选择环境宽敞、通风良好的地方进行操作，排放的制冷剂需要使用制冷剂回收机进行回收。如图 4-30 所示为制冷剂回收机的实物外形。

图 4-30　制冷剂回收机的实物外形

排出电冰箱内的制冷剂后，就需要对相关的抽真空设备进行连接，如图 4-31 所示为抽真空设备的连接顺序图。

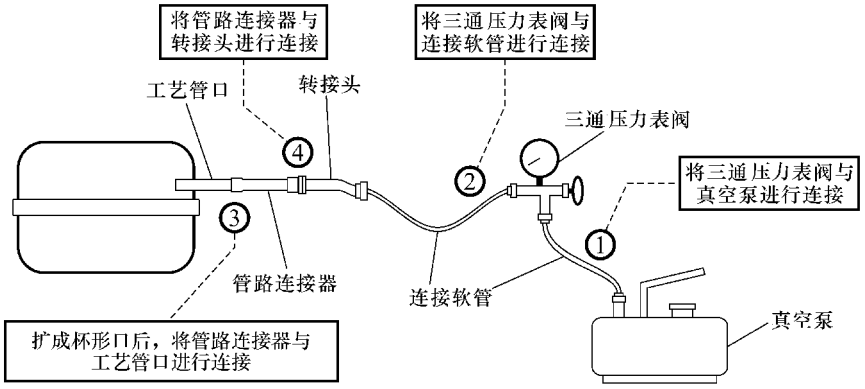


图 4-31　抽真空设备的连接顺序图

使用连接软管将三通压力表阀的阀口与真空泵进行连接，如图 4-32 所示。然后将另一根连接软管与三通压力表阀的另一个阀口进行连接。

链接：

管路抽真空操作一般选择 2L/s（升/秒）以上，极限真空能够达到 -0.1MPa（-76cm 汞高）的真空泵。在使用前应观察真空泵侧面的油标镜，机油应在油标中线以上的位置，如图 4-33 所示，不能使用变质变色的机油。

接下来，使用扩管工具将管路连接器的管口扩成杯形，方便连接工艺管口，操作方法如图 4-34 所示。

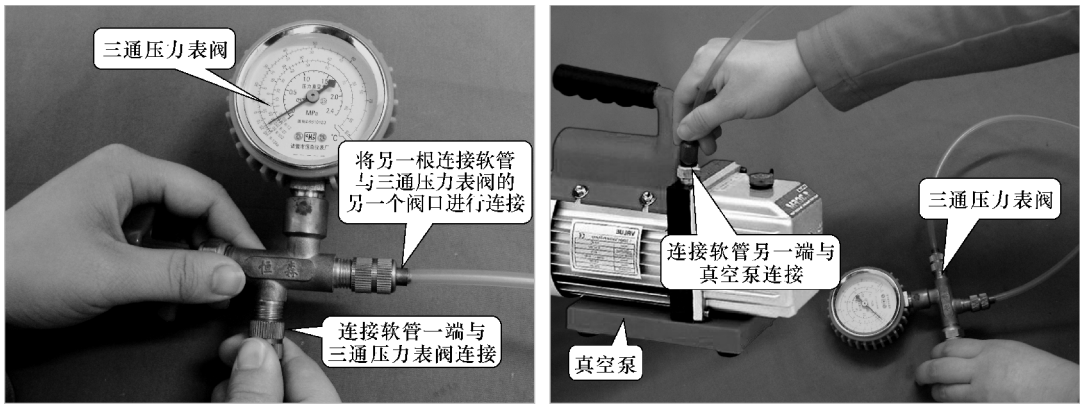


图 4-32　真空泵通过连接软管与三通压力表阀连接

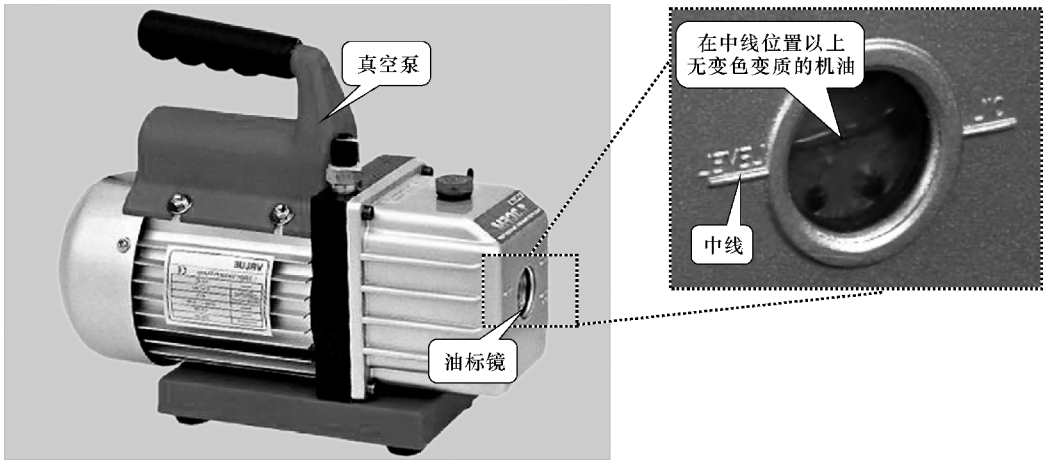


图 4-33　检查真空泵

图 4-34　将管路连接器的管口加工为杯形口

链接：

管路连接器是专用于与管路进行连接的器件，如图 4-35 所示在管路连接器的一端为铜管管口，另一端设有螺帽，将螺帽拧下后，可看到内部带有阀芯的连接管口，连接管口设有阀芯可以防止管路中的制冷剂泄漏，只有在按下阀芯时，制冷剂才可通过连接管口。

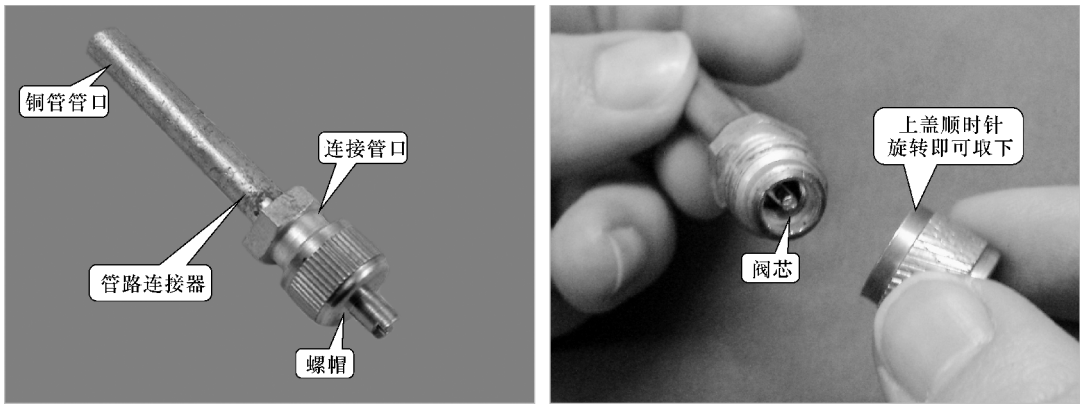


图 4-35　管路连接器

管路连接器的铜管管口扩口完成后，为防止气焊加热时损坏内部的阀芯，须将管路连接器的螺帽内的阀芯取下，如图 4-36 所示，使用管路连接器的螺帽对准管路连接器的阀芯，顺时针旋转螺帽，即可将阀芯取出。

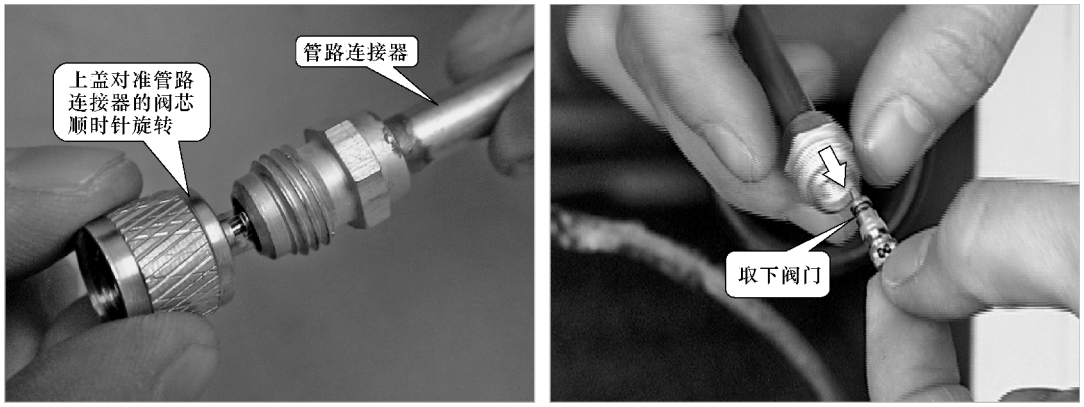


图 4-36　取下管路连接器的阀芯

管路连接器的阀芯取下后，将排空钳从电冰箱工艺管口上取下，使用切管器将被排空钳刺破部分的工艺管切除，如图 4-37 所示。

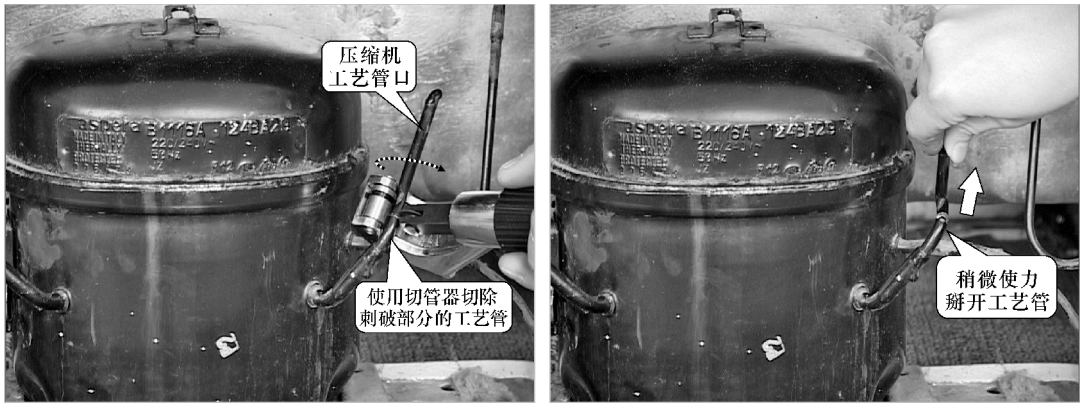


图 4-37　割开工艺管口

将管路连接器已加工为杯形口的管口与工艺管口对插，并在焊接位置的后部放置隔离保护板，防止焊接火焰损坏其他部件，然后使用气焊的方法将工艺管口与管路连接器进行连接，如图 4-38 所示。

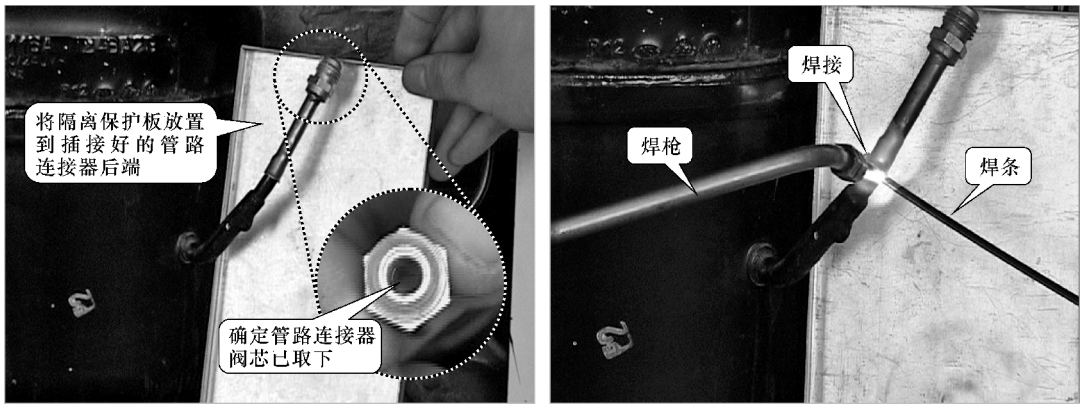


图 4-38　焊接工艺管口和管路连接器

管路连接器与工艺管口连接完成后，使用管路连接器上盖将阀芯安装回管路连接器接口中，如图 4-39 所示。

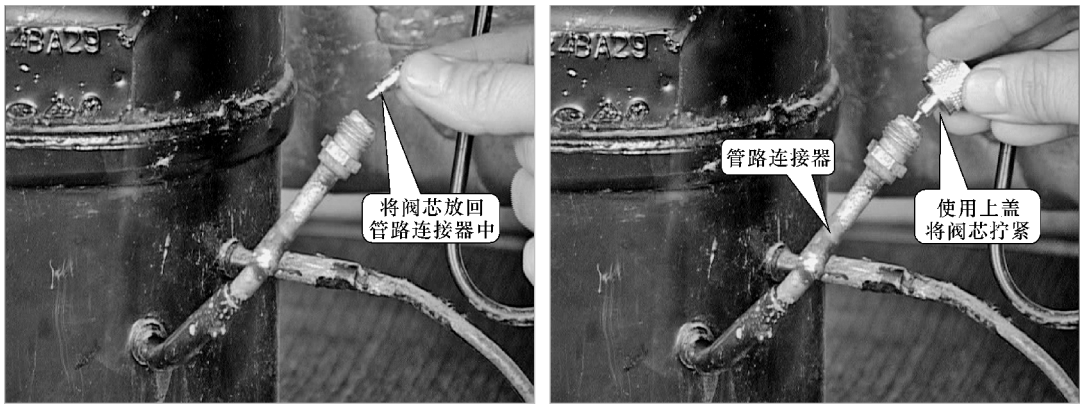


图 4-39　安装阀芯

接着将公制转英制连接头与三通压力表阀连接软管上的接口进行连接，然后再将连接头的公制接口与管路连接器的管口进行连接，如图 4-40 所示。

链接：

在维修电冰箱时，常会使用转接头将不同接口的管路进行连接。如图 4-41 所示，常见的转接头有公制转英制连接头和英制转公制连接头。在公制转英制连接头上，螺帽有明显的标识，可以此来分辨两种转接头。

抽真空设备连接完成后，首先将三通压力表阀的阀门打开，然后将真空泵电源开关打开，此时开始对电冰箱管路进行抽真空操作，如图 4-42 所示，通常电冰箱抽真空的时间在 30min 左右，抽真空时应观察三通压力表中指针的读数，当压力到达 −0.1MPa 时，说明管路达到真空状态。

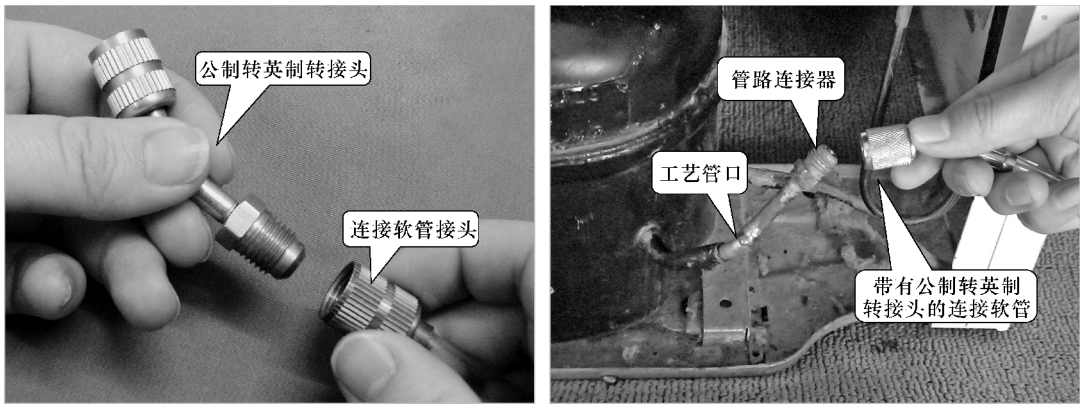


图 4-40　连接公制转英制连接头

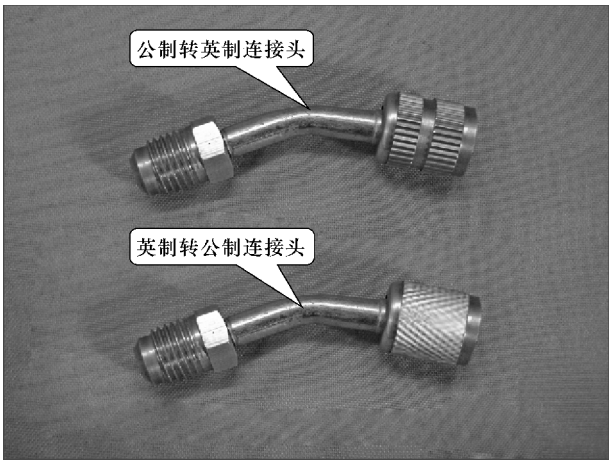


图 4-41　公制转英制连接头和英制转公制连接头

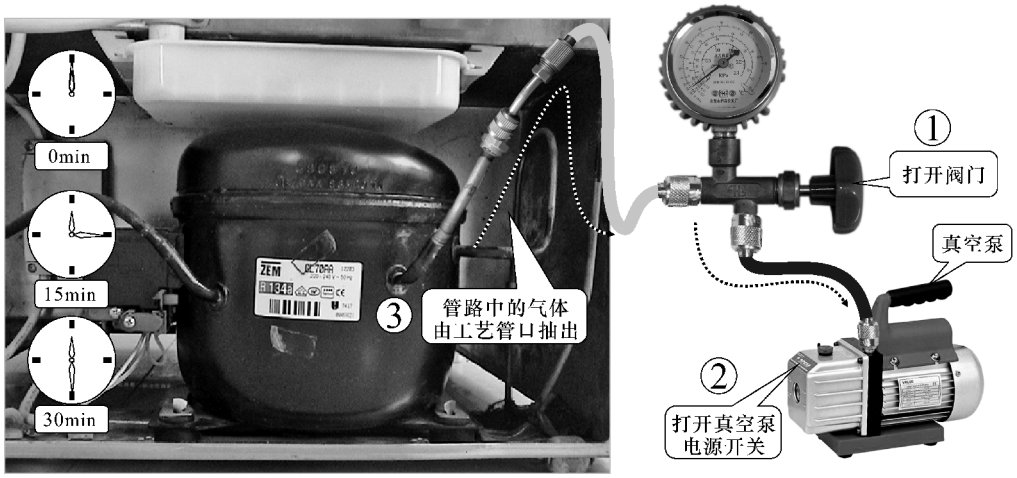


图 4-42　抽真空过程

电冰箱的管路达到真空状态后，先将三通压力表阀的阀门关闭，然后旋转与压缩机工艺管口连接的公制转英制连接头的接口（纳子），此时即可将连接软管与压缩机工艺管口分离，最后将真空泵上的电源关闭，如图 4-43 所示。

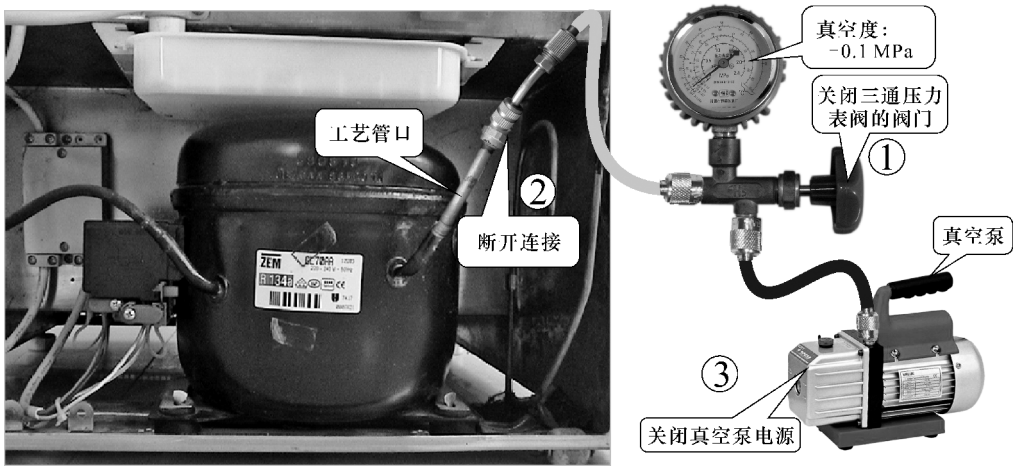


图 4-43　停止抽真空

链接：

电冰箱抽真空操作结束后，可以将三通压力表阀继续与工艺管口进行连接，对管路进行保压，使电冰箱静止放置一段时间（2～5h）左右，然后观察三通压力表阀上的压力指示，若压力发生变化，说明电冰箱的管路中存在泄漏，应对管路进行检漏。若压力未发生变化，说明电冰箱管路系统无泄漏，此时便可进行充注制冷剂的操作。

4.2.2　电冰箱管路充注制冷剂的技能

对电冰箱的管路进行检修，需要重新充注制冷剂时，可以根据电冰箱标识上制冷剂的标称量进行充注，如图 4-44 所示，根据标识可以了解到该电冰箱制冷剂的充注量为 53g，其重量较轻，应当使用高灵敏度的电子称测量。

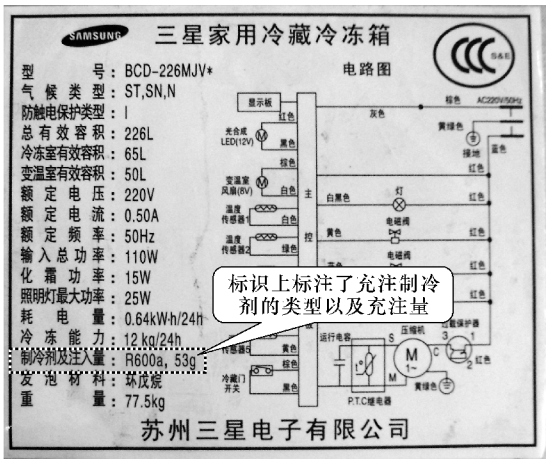


图 4-44　电冰箱标识上标注的充注重量

除此之外，充注量还可通过压力的方法确定制冷剂的充注量。若充入的量过多或过少都会对电冰箱的制冷效果产生不良的影响。

对电冰箱制冷管路充注制冷剂之前，应先根据压缩机上的标识，准备对应的制冷剂。目前电冰箱所使用的制冷剂主要有 R600a、R12 和 R134a 三种类型，不同制冷剂的化学成分也有所不同，因此适用的压

缩机也有所不同，选用时可根据制冷剂钢瓶上的标识进行区分，如图 4-45 所示。

制冷剂R12

制冷剂R600a

制冷剂R134a

图 4-45　制冷剂钢瓶

制冷剂是制冷管路中的工作介质，电冰箱借助制冷剂在管路中的循环，来实现制冷功能。早期电冰箱所使用的制冷剂是 R12，属于无色无臭的气体，但它对大气臭氧层有极强的破坏力，并且对人体也有害。随着人们对环保意识的提高，新型制冷剂 R134a 代替了 R12，这种制冷剂在热力学性质上与 R12 非常相似，但不会破坏大气臭氧层，又因为 R12 与 R134a 在充注操作上是一样的，因此 R134a 成了 R12 的首选替代品，它们可以使用相同的方法进行制冷剂充注。而新型制冷剂 R600a 是一种不含氟利昂、不破坏臭氧层、无温室效应的制冷剂，且不可与其他制冷剂替代使用。由于这种制冷剂的特殊性，必须使用适合 R600a 制冷剂的专用压缩机、干燥过滤器以及无触点的 PTC 启动元件，其充注方法也有所不同。如表 4-2 所示为 R12、R134a、R600a 三种制冷剂的性能参数。

表 4-2　R12、R134a、R600a 三种制冷剂的性能参数

制冷剂	R12	R134a	R600a
氟	有	无	无
沸点/℃	-29.8	-26.1	-11.80
蒸汽压力/kPa	506.62	4066.6	
危险标记	5 级（有毒不可燃）	1 级（无毒不可燃）	

提示：

制冷剂 R600a 是易燃气体，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。

制冷剂通常都封装在钢瓶中，常见的钢瓶可以分为带有虹吸功能和无虹吸功能的钢瓶，如图 4-46 所示。带有虹吸功能的制冷剂钢瓶可以正置充注制冷剂，而无虹吸功能的制冷剂钢瓶需要倒置充注制冷剂。

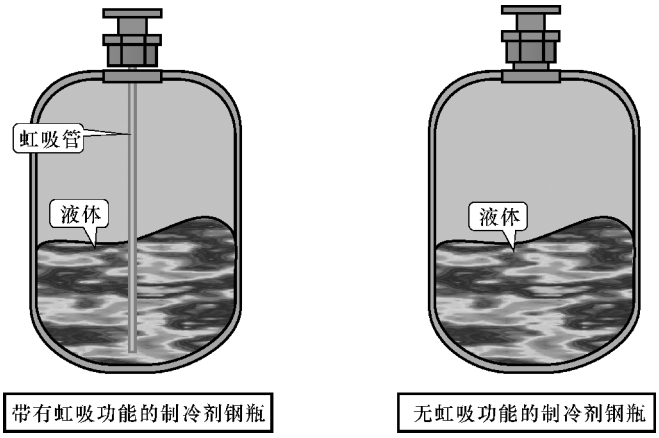


图 4-46　制冷剂钢瓶的内部结构图

经过对电冰箱中制冷剂的了解可知制冷剂 R12、R134a 可以使用相同的方法充注，而制冷剂 R600a 与制冷剂 R12、R134a 的化学性质不同，因此充注制冷剂的方法也不相同。

1. 制冷剂 R12、R134a 充注的方法

在对电冰箱充注制冷剂前应先观察压缩机上的标识，可以通过标识确定该电冰箱管路充注的制冷剂的类型，如图 4-47 所示。

图 4-47　电冰箱压缩机上的标识

对电冰箱管路充注制冷剂之前，应先完成管路的抽真空操作，然后使用已经连接在压缩机工艺管口上的管路连接器进行充注制冷剂设备的连接，管路连接器的安装方法，可参见上文抽真空技能中的介绍。

（1）制冷剂钢瓶以及三通压力表阀的连接

首先将连接软管的一端与三通压力表阀的底部阀口进行连接，另一端与制冷剂钢瓶进行连接，然后再将另一根连接软管的一端与三通压力表阀的左侧阀口进行连接，另一端与连接在压缩机工艺管口上的公制转英制连接头进行连接，如图 4-48 所示，连接完成后，将制冷剂钢瓶的阀门虚拧打开，再将三通压力表阀的阀门虚拧打开，此时未与压缩机进行连接的管口（公制转英制连接头的另一端），应有制冷剂排出，此时说明连接软管以及三通压力表阀中的空气已经排净。

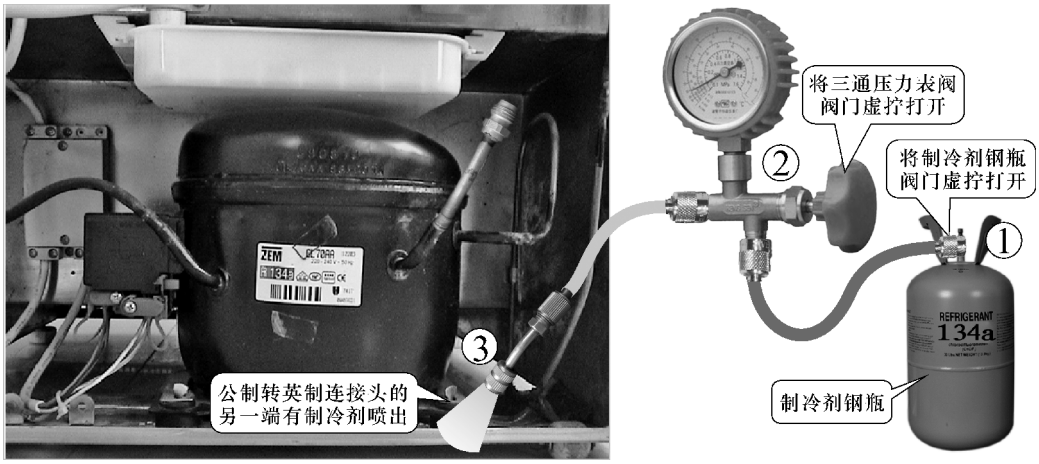


图 4-48　充注制冷剂前的排气操作

（2）充注制冷剂 R134a

排气操作完成后，将电冰箱通电运行。然后将连有公制转英制连接头的连接软管与压缩机工艺管口上的管路连接器进行连接，再将制冷剂钢瓶的阀门开至最大，最后将三通压力表阀阀门开至最大，此时便开始进行制冷剂的充注，如图 4-49 所示。

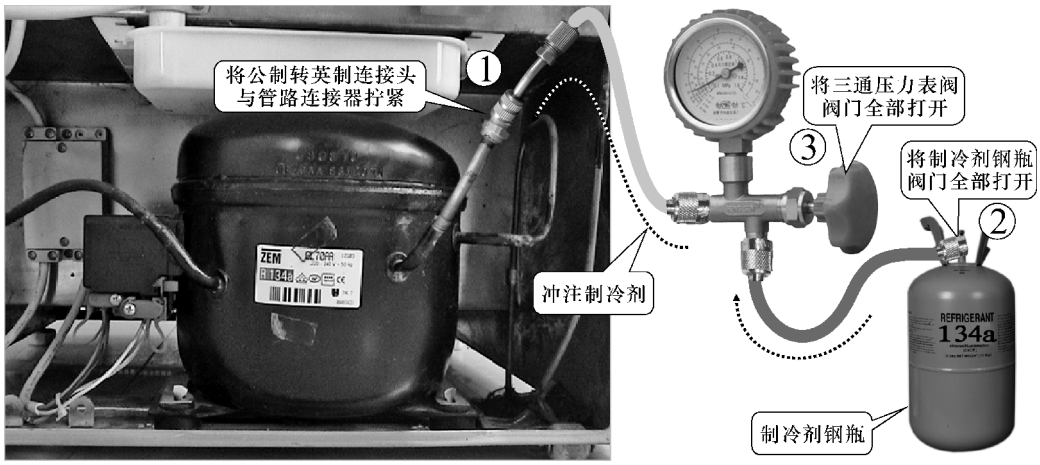


图 4-49　充注制冷剂

（3）充注完成阀门的关闭

充注制冷剂时观察三通压力表阀上的指示，当压力值到达 0.4 ~ 0.5MPa 时，说明制冷剂充注完成，此时应先将制冷剂钢瓶的阀门关闭，再将三通压力表阀的阀门关闭，然后再将连接软管断开，如图 4-50 所示。

（4）管口封口工作

制冷剂充注完成，断开连接软管后，使用封口钳将压缩机的工艺管口压紧，然后使用切管器将管路连接器割断后并取下，此时再使用焊接工具将断开压紧的工艺管管口封闭，如图 4-51 所示。

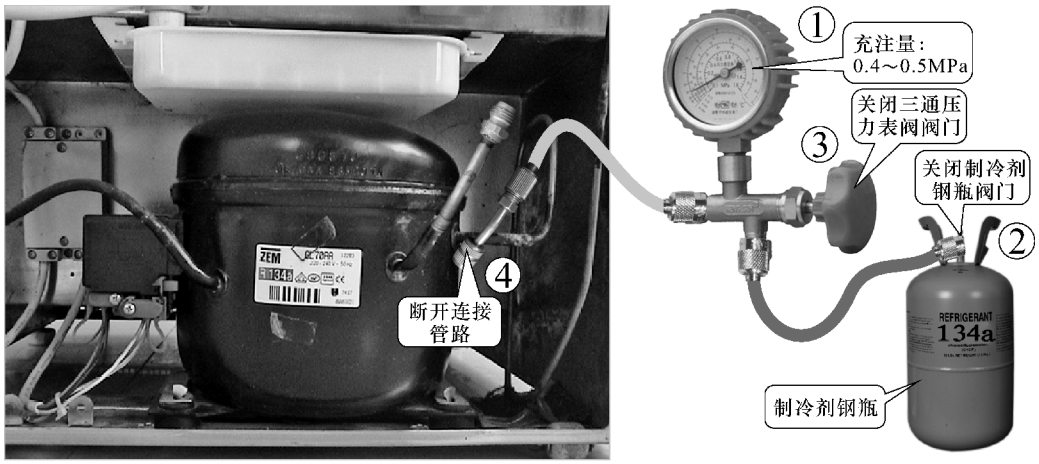


图 4-50　关闭充注系统

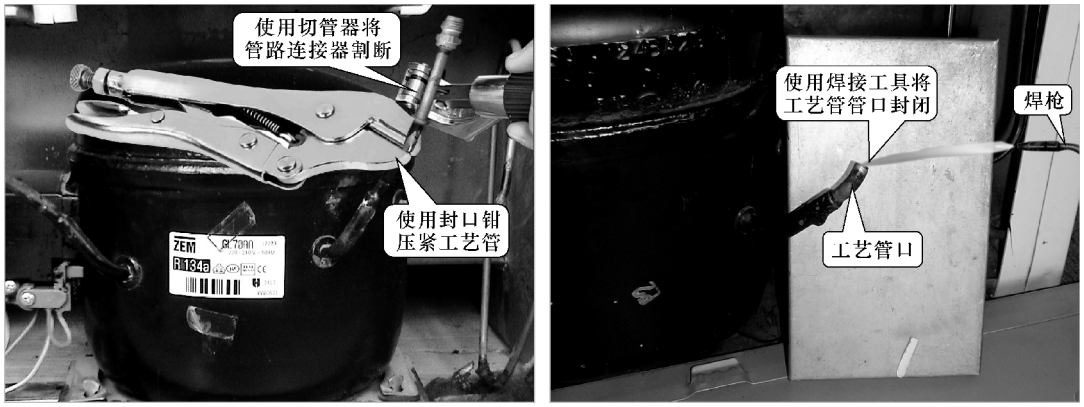


图 4-51　管口封口工作

2. 制冷剂 R600a 充注的方法

使用 R600a 制冷剂的电冰箱，在压缩机上有明显的黄色防火标识，如图 4-52 所示。在充注 R600a 制冷剂之前，应确保周围环境无明火，且具有良好的通风。

图 4-52　压缩机标识

充注制冷剂 R600a 的方法与制冷剂 R12、R134a 的充注方法基本相似，但其管路的封口操作有所不同，下面对充注 R600a 制冷剂的压缩机的封口方法进行介绍。

制冷剂充注完成后，开机试运行，经过 1 ~2 次开/停机运行后，一切正常，便可进行封口操作。如图 4-53 所示在电冰箱开机状态时，使用封口钳将压缩机工艺管口压紧，然后使用切管器将管路连接器割断后取下。

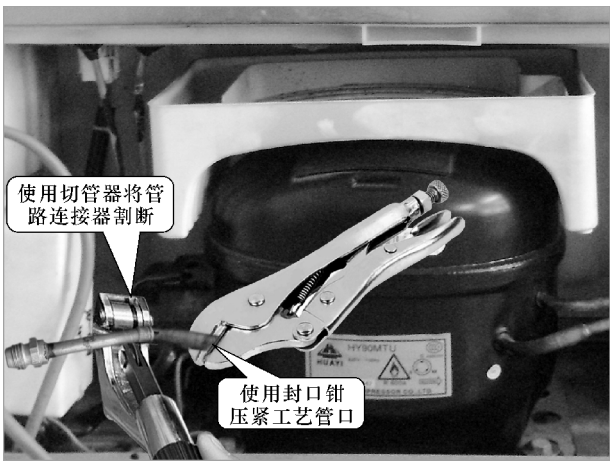


图 4-53　压缩机工艺管口上管路连接器的拆除

管路连接器取下后，在电冰箱压缩机工艺管口的切割处涂抹密封液，然后将管接头（洛克管）插入至压缩机工艺管口的切割处，使用压接钳将管接头（洛克管）与工艺管口压紧，具体的操作如图 4-54 所示。

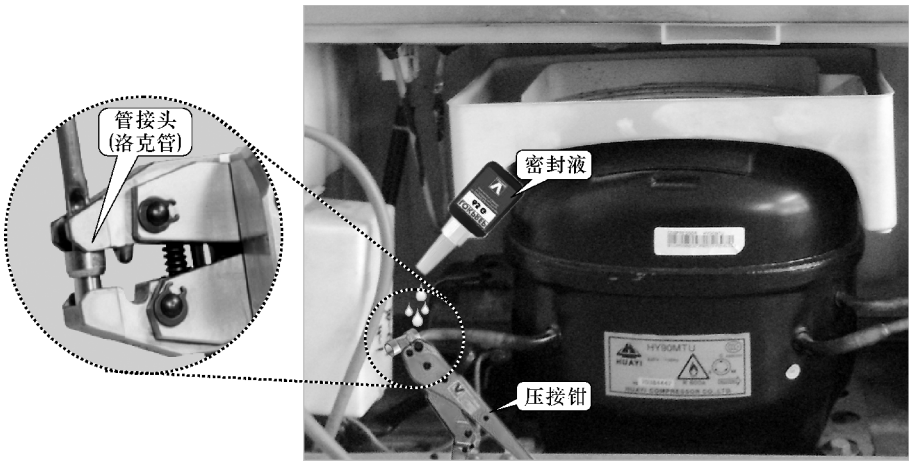


图 4-54　压缩机工艺管口的封闭

4. 2. 3　电冰箱管路清洁及检漏技能

1. 电冰箱管路清洁方法

在对电冰箱管路内部进行清洁、试压、检漏时，一般都需要使用氮气。在使用过程中，在氮气瓶阀门口处必须接一个专用的氮气减压器，并根据需要调节氮气瓶的排气压力。在氮

气减压器上一般有两个接口，右侧接口直接旋在氮气钢瓶的阀口上，左侧接口通过连接软管与电冰箱压缩机上工艺管口相连，如图 4-55 所示为管路清洁的连接方法。

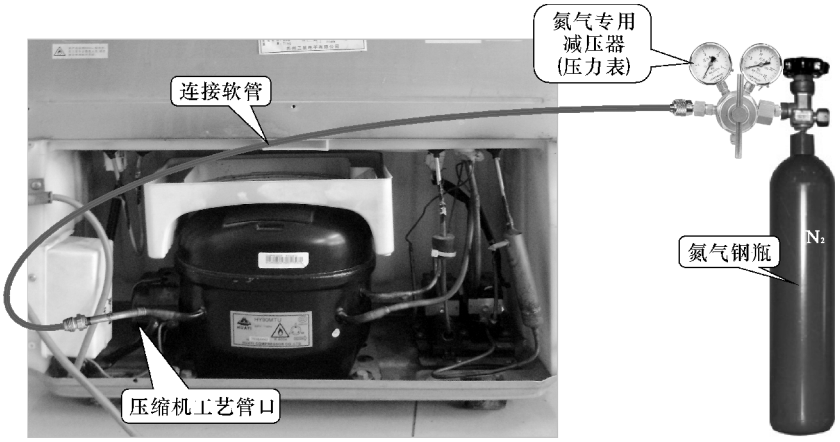


图 4-55　氮气清洁设备的连接方法

电冰箱管路清洁设备连接完成后，焊下制冷管路中的干燥过滤器，留出冷凝器和毛细管的管口（在电冰箱实际管路系统中，干燥过滤器一端连接冷凝器，一端连接毛细管），此时将氮气阀门打开，再将专用氮气减压器的阀门打开，向管路中充入氮气。充氮气时，用大拇指堵住冷凝器管口，氮气将逆着制冷剂的循环方向从焊开的毛细管口泄出，脏物将随气流排出，然后再用大拇指堵住毛细管的管口，充入氮气后清洗另一侧管路，直至脏污随气流排出干净。最后先后将氮气钢瓶阀门和氮气减压器阀门关闭，迅速焊上新的干燥过滤器，完成清洁管路操作（见图 4-56）。

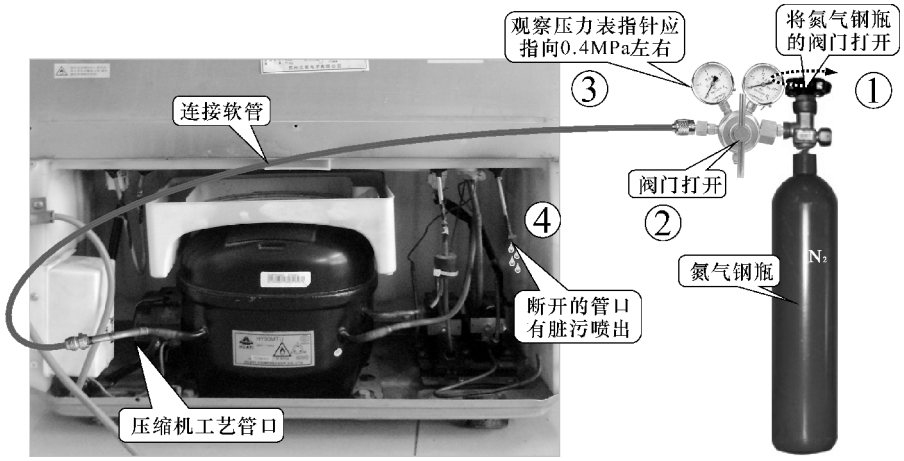


图 4-56　氮气清洁

提示：

充氮操作一般在排出制冷剂后进行，且在充氮清洁完成后，未排除管路中的空气应对管路进行抽真空操作，然后才能重新充注制冷剂。在排除电冰箱管路脏堵或油堵故障时，也常采用上述操作方法，在充氮的过程中，可以适当调节氮气压力的大小，使气流呈断续状，可增加清洁效果。

2. 电冰箱管路检漏方法

当电冰箱管路系统发生泄漏时，可以使用专用的检漏仪和洗洁精水进行检漏。

提示：

若怀疑电冰箱管路系统中有泄漏故障，当管路中无制冷剂时，可以通过对管路系统抽真空，进行保压观察，来初步判断电冰箱管路是否有泄漏，但该方法无法准确查找到泄漏点，因此还需要通过检漏方法，查找具体的泄漏点。

（1）专用检漏仪进行检漏的方法

使用专用检漏仪检测时，需将专用检漏仪的开关打开，然后将检漏仪的感应头对准电冰箱的管路部分，如图 4-57 所示，此时通过检漏仪上的指示灯提示，即可判断电冰箱管路是否发生泄漏。

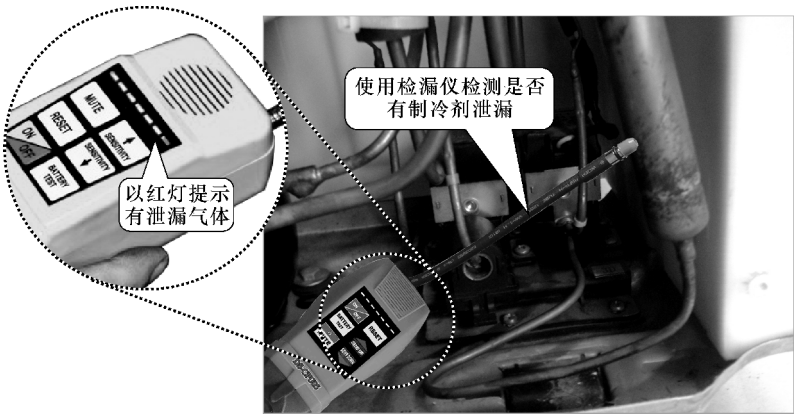


图 4-57　使用专用检漏仪进行检漏的方法

（2）通过洗洁精水进行检漏

洗洁精水检漏的方法与使用发泡剂检漏的方法相同，检漏时可根据实际情况进行选择。如到用户家庭中进行维修时，为了便于携带，可以选择发泡剂检漏；若在维修站进行检漏时，可以制作洗洁精水进行检漏。

使用洗洁精水进行检漏时，可以准确地查找出泄漏的方位，便于对电冰箱管路进行修补。首先需要调制洗洁精水，将洗洁精与水成 1∶5 的比例放置在容器中进行调制，当洗洁精水起泡后，使用毛刷将其涂抹在管路上，重点涂抹管路接口以及各个器件的连接接口处，如图 4-58 所示，此时若洗洁精水有大量的泡沫产生，说明该处发生泄漏。

图 4-58　通过洗洁精水进行检漏

第 5 章　掌握电冰箱压缩机组件的检修方法

5.1　电冰箱压缩机组件的检修分析

5.1.1　电冰箱压缩机组件的结构特点

电冰箱的压缩机组件主要由压缩机、启动继电器和过热保护继电器组成。压缩机是电冰箱制冷系统循环的动力源，维持制冷剂的正常流动，以达到制冷的目的。如图 5-1 所示为三星 BCD－226MJV 型电冰箱的压塑机组件。

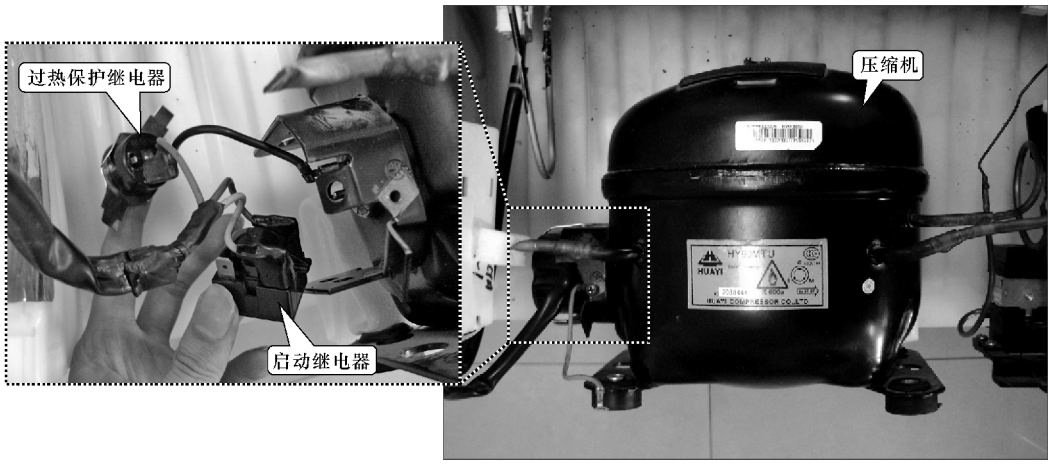


图 5-1　三星 BCD－226MJV 型电冰箱的压塑机组件

1. 压缩机

压缩机是电冰箱中最为重要的制冷部件之一，它位于电冰箱背面的最底部，如图 5-2 所示。压缩机体积较大，一般左侧为接线端，安装有启动继电器和过热保护继电器。压缩机上有三根管口，一根为排气管口，另一根为吸气管口，还有一根封闭的管路为工艺管口。在压缩机的正面通常贴有铭牌标识，上面标有压缩机品牌、型号、绕组端、参数规格等信息。

一般电冰箱所使用的压缩机属于往复活塞式压缩机，如图 5-3 所示，它主要是将电动机的旋转运动，转换成活塞的往复运动，从而实现制冷剂气体的压缩和输送。

按照内部结构，往复活塞式压缩机又可细分为滑管式和连杆式两种。下面将对两种压缩机的结构进行介绍。

（1）滑管式压缩机

滑管式压缩机的内部结构如图 5-4 所示，它的内部主要由曲轴、滑管与活塞组件（滑

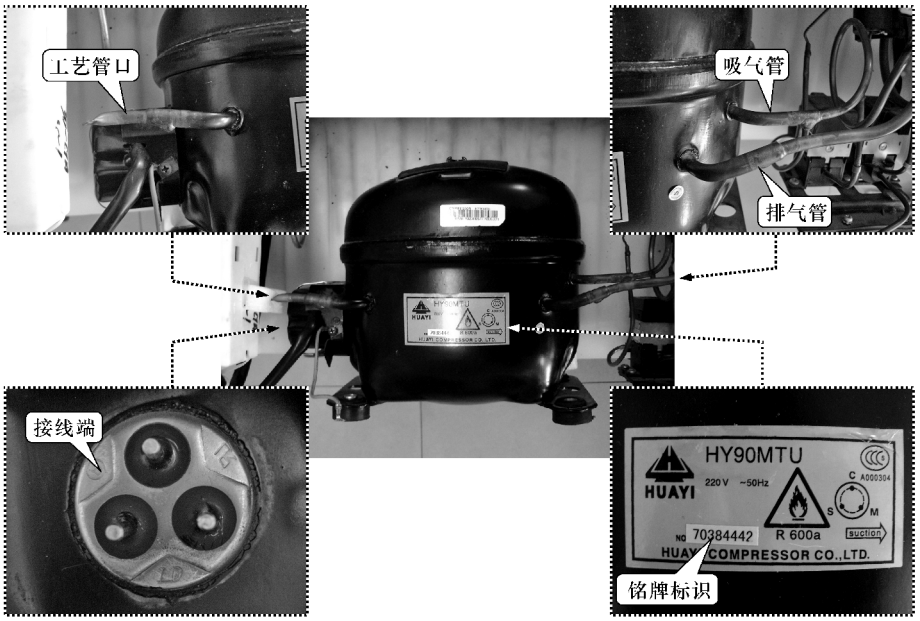


图 5-2　压缩机的实物外形

图 5-3　往复活塞式压缩机

管和活塞是一体的，因此也可以称为滑管活塞）、汽缸以及机壳等部分组成。

链接：

如图 5-5 所示为滑管式压缩机的内部剖视图。从图中可以看到滑竿与活塞组件、气缸、电动机绕组等部分。

（2）连杆式压缩机

连杆式压缩机大部分部件与滑管式压缩机基本相同，都是采用曲轴作为主轴，通过曲轴将电动机的旋转运动转变成活塞的往复运动，所不同的是它采用连杆机构代替滑管组件，如

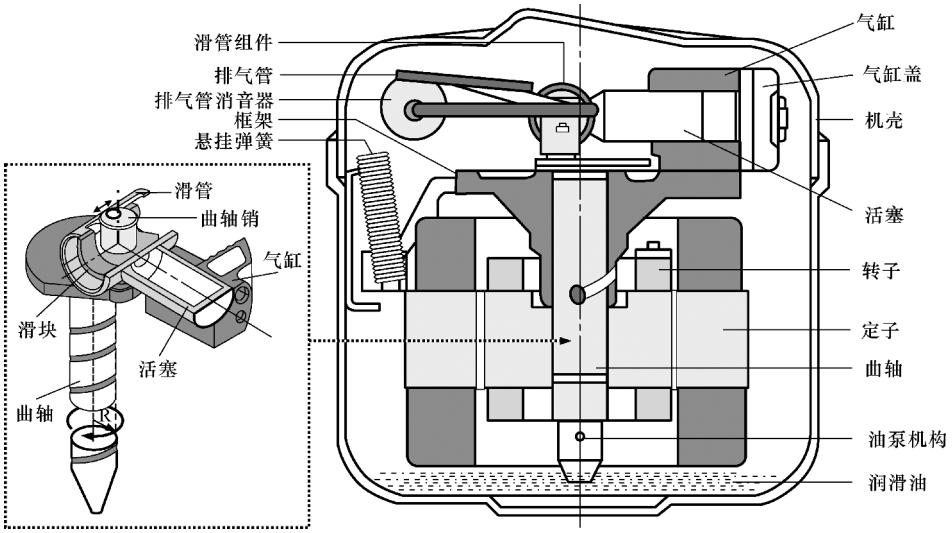


图 5-4　滑管式压缩机

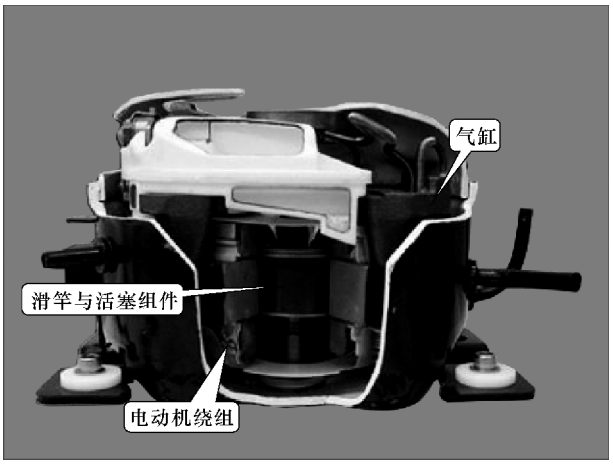


图 5-5　滑管式压缩机的内部剖视图

图 5-6 所示，当电动机带动曲轴旋转时，曲轴便带动连杆，使活塞产生往复运动。

链接：

如图 5-7 所示为连杆式压缩机的内部剖视图。从图中可以看到连杆与活塞组件、悬挂弹簧、电动机绕组和消音器等部分。

无论滑管式还是连杆式压缩机，最后都是带动气缸内部的活塞往复运动，对制冷剂进行压缩，如图 5-8 所示为往复活塞式压缩机内部的气缸结构。

2. 启动继电器

在电冰箱中，多采用电流式启动继电器控制压缩机从启动状态进入正常的运行状态。

（1）重锤式启动继电器

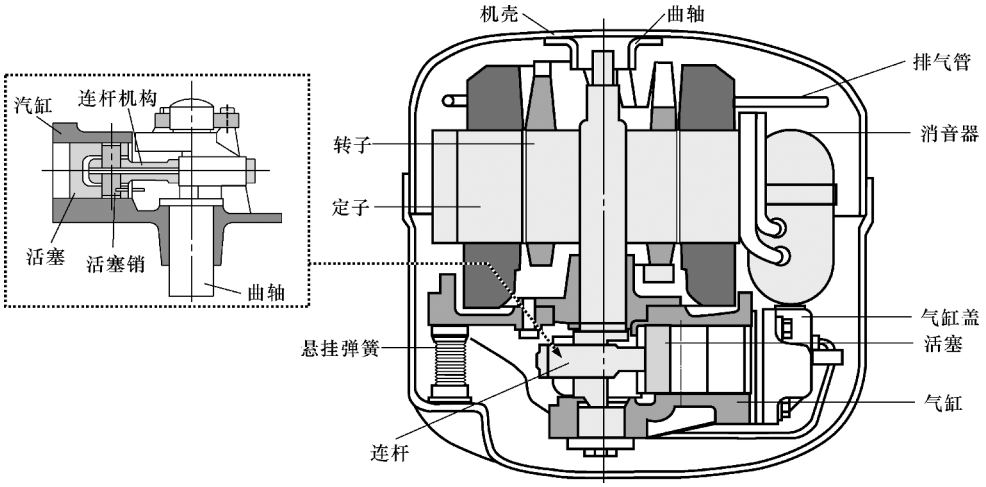


图 5-6　连杆式压缩机内部的结构

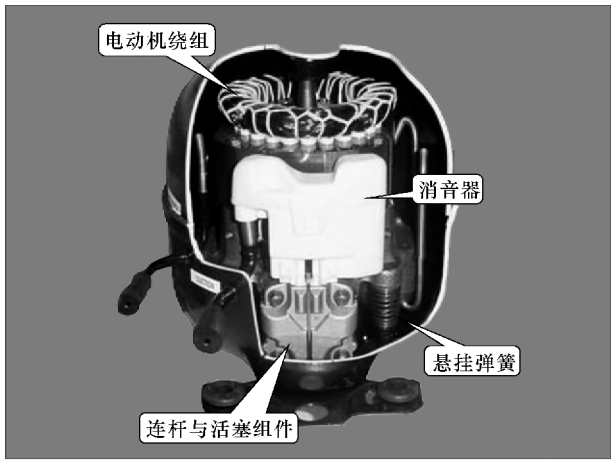


图 5-7　连杆式压缩机的内部剖视图

重锤式启动继电器又称组合式启动继电器，它广泛应用于电容启动式压缩机中。该启动继电器结构紧凑，体积小，可靠性好，可直接接在压缩机启动绕组与运行绕组的接线柱上，与过热保护继电器安装在一个接线盒内。如图 5-9 所示为重锤式启动继电器的实物外形。

重锤式启动继电器在老式电冰箱中比较常见，它主要由线圈、触点、衔铁、启动端插孔、运行端插孔、绝缘外壳等部分组成，其内部结构如图 5-10 所示。

提示：

重锤式启动继电器与压缩机的接线方式如图 5-11 所示。重锤式启动继电器的触点端与压缩机启动端相连，线圈一侧与压缩机运行端相连。

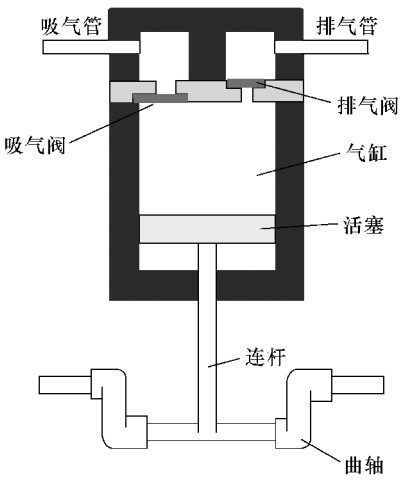


图 5-8　往复活塞式压缩机内部的气缸结构

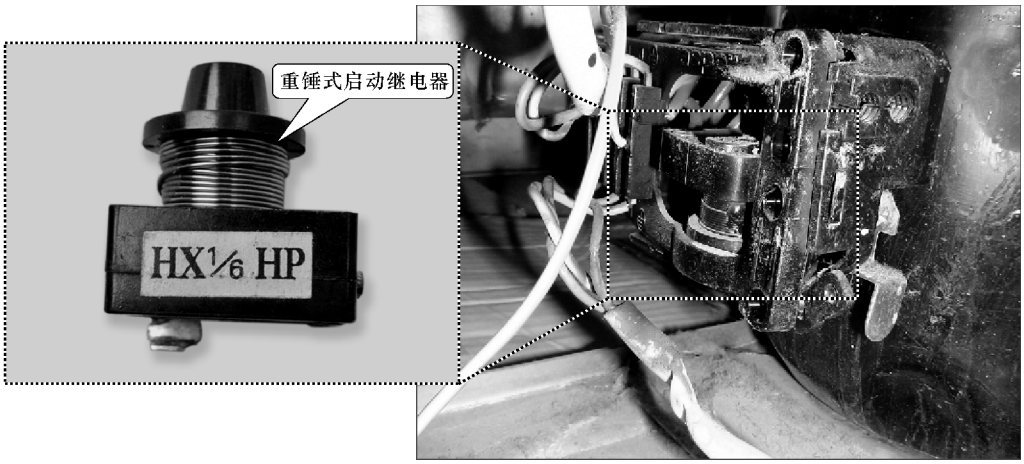


图 5-9　重锤式启动继电器的实物外形

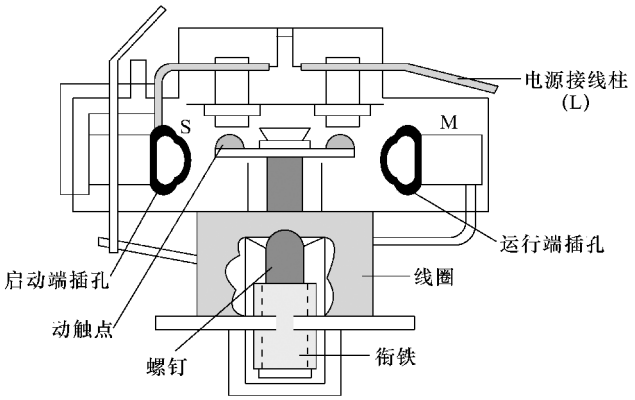


图 5-10　重锤式启动继电器的内部结构

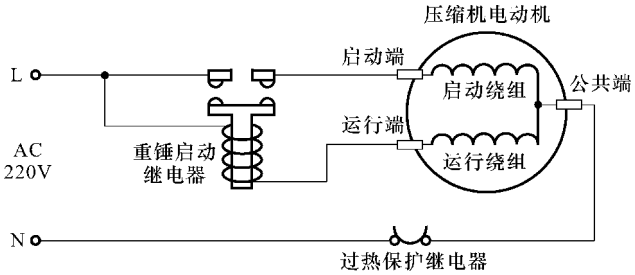


图 5-11　重锤式启动继电器与压缩机的接线图

（2）PTC 启动继电器

PTC 启动继电器又称半导体式启动继电器，它内部是由 PTC 元件构成的。PTC 元件实际上就是负温度系数热敏电阻，它的阻值会随温度的升高而降低，从而控制压缩机的启动和正常运行。如图 5-12 所示为 PTC 启动继电器的实物外形。PTC 启动继电器结构简单，内部无触点和运动部件，性能可靠。

PTC 启动继电器常见于使用 R600a 制冷剂的电冰箱中，由于 R600a 遇明火容易燃烧，

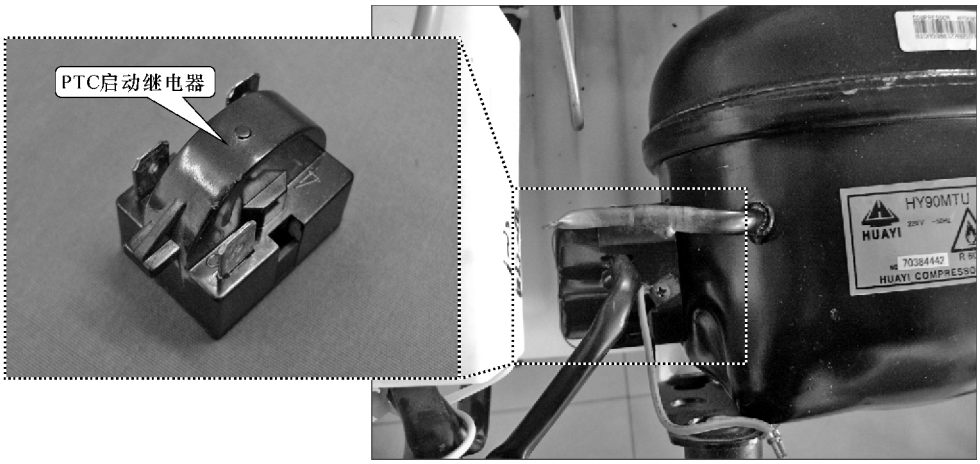


图 5-12　PTC 启动继电器的外形图

因此选用无触点的 PTC 启动继电器能够保证电冰箱不出现意外事故。如图 5-13 所示为 PTC 启动继电器的内部结构。

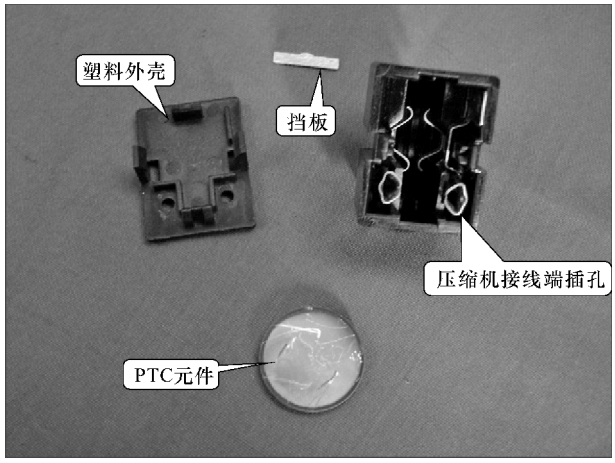


图 5-13　PTC 启动继电器的内部结构

提示：

在实际应用中，PTC 启动继电器的连接线路如图 5-14 所示。PTC 启动继电器通常并联在压缩机的启动端和运行端上。

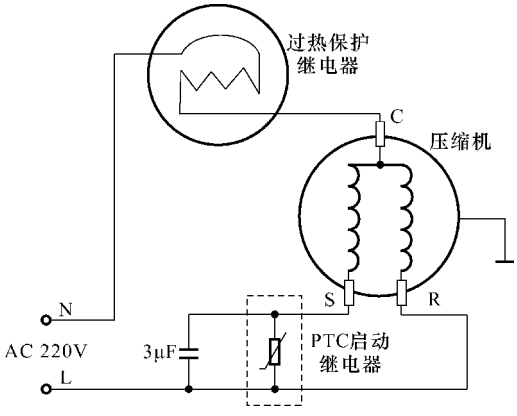


图 5-14　PTC 启动继电器与压缩机的接线图

3. 过热保护继电器

过热保护继电器的作用是保护压缩机不致于因电流过大或者温度过高而烧毁，起过电流保护和过热保护的双重功能。如图 5-15 所示为过热保护继电器的实物外形。

过热保护继电器紧贴在压缩机外壳上，与压缩机公共端串联，并固定在接线盒内。它主要由双金属片、触点和两个接线端子组成，如图 5-16 所示。

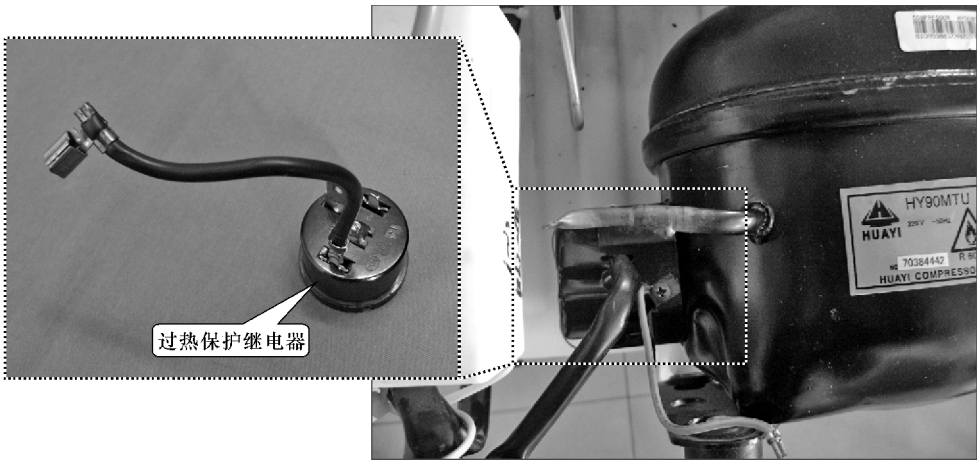


图 5-15　过热保护继电器的实物外形

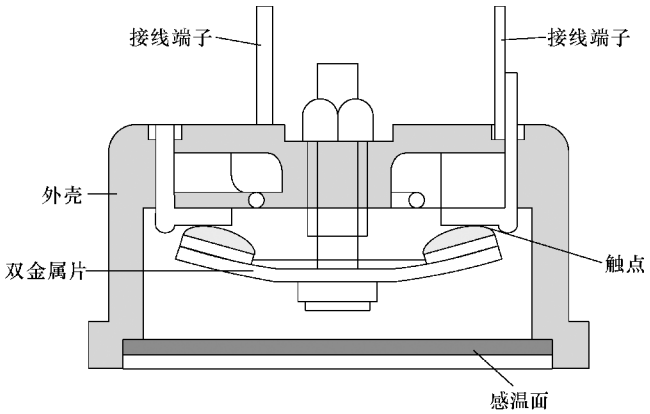


图 5-16　过热保护继电器的内部结构

5.1.2　电冰箱压缩机组件的检修流程分析

压缩机组件是电冰箱重要的组成部分，若压缩机组件出现故障，则可能会出现制冷异常、压缩机不启动等故障现象，对压缩机组件进行检修时，首先要了解其工作原理和检修流程。

1. 电冰箱压缩机组件的工作原理

如图 5-17 所示为典型电冰箱压缩机组件的工作原理。交流 220V 电压首先经过启动继电器后，送到压缩机中，由启动继电器控制压缩机启动，压缩机开始工作后，将高温、高压饱和的制冷剂气体排出，送入冷凝器经散热，再送入蒸发器中，低温的制冷剂通过蒸发器吸收电冰箱内空气和食物的热量，对食物进行保鲜和冷冻，然后制冷剂再由蒸发器送回到压缩机吸气管，再次进行压缩，实现制冷循环。

同时，若压缩机温度异常升高，达到某一临界值时，过热保护继电器便会断开供电电路，使压缩机停机，待压缩机降温后，继电器再闭合，接通供电电路。

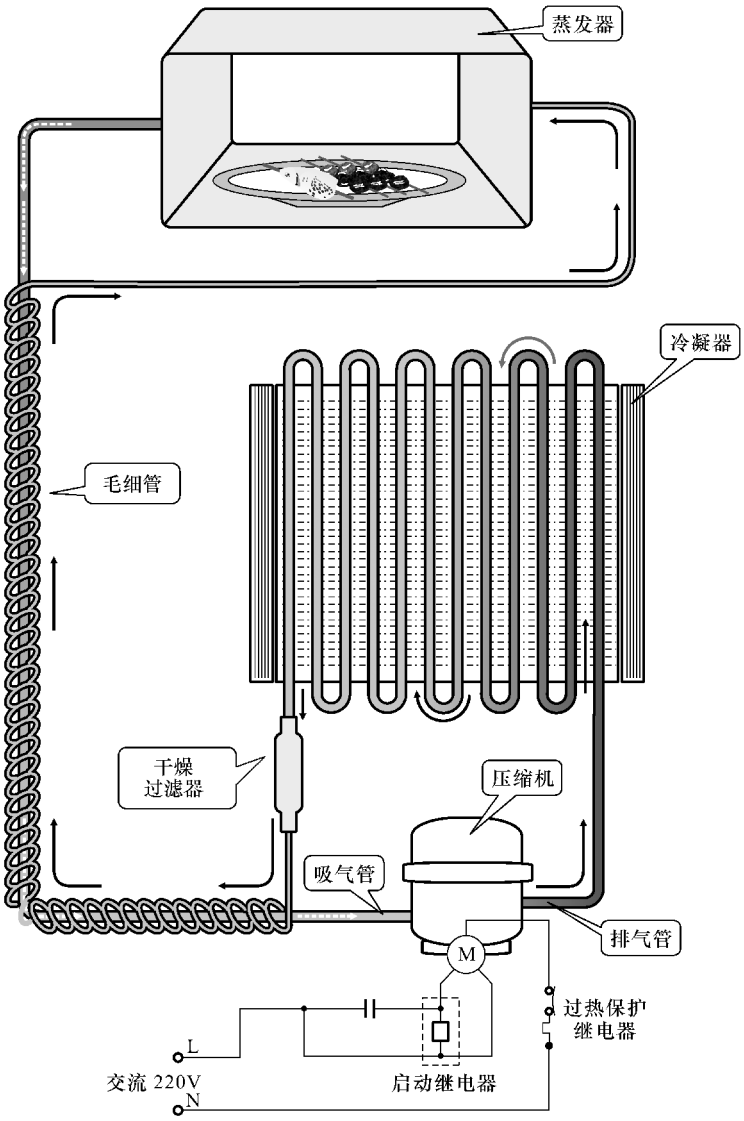


图 5-17　压缩机组件的工作原理

（1）压缩机组件的工作原理

往复活塞式压缩机都是通过气缸内活塞的往复运动，来实现制冷剂气体的压缩的。当压缩机电动机绕组通电时，电动机带动曲轴旋转，同时带动连杆和活塞向下运动，如图 5-18 所示。活塞向下运动，汽缸内的压力降低，当吸气管中的压力远大于汽缸内的压力时，在压力差的作用下，吸气阀打开，吸气管中的制冷剂气体经吸气阀进入汽缸内。

随着曲轴不断旋转，连杆及活塞运动到最低位置时，返回向上移动，此时汽缸容积逐渐缩小，气缸内的压力也随之逐渐变大超过吸气管中的压力时，吸气阀被关闭，如图 5-19 所示。随着汽缸容积逐渐缩小，汽缸内的制冷剂气体受到压缩，气体的压力不断升高，当汽缸内的压力远大于排气管内的压力时，在压力差的作用下，排气阀被打开，汽缸内的气体经排气阀排出。

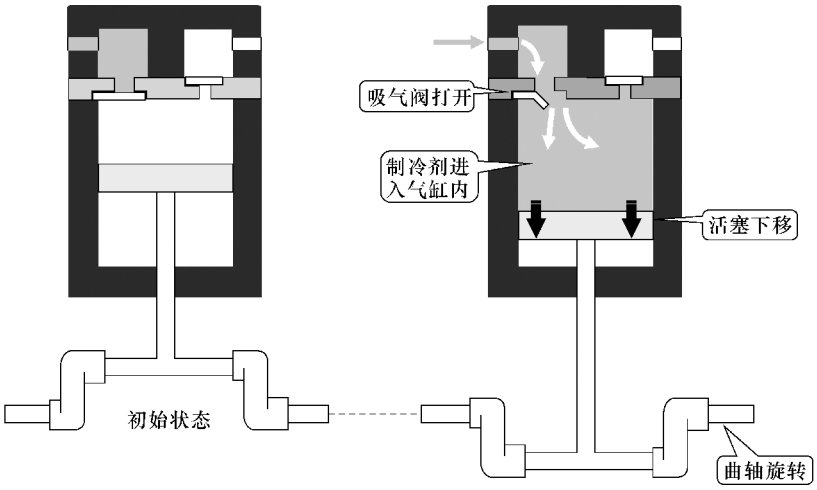


图 5-18　吸气过程

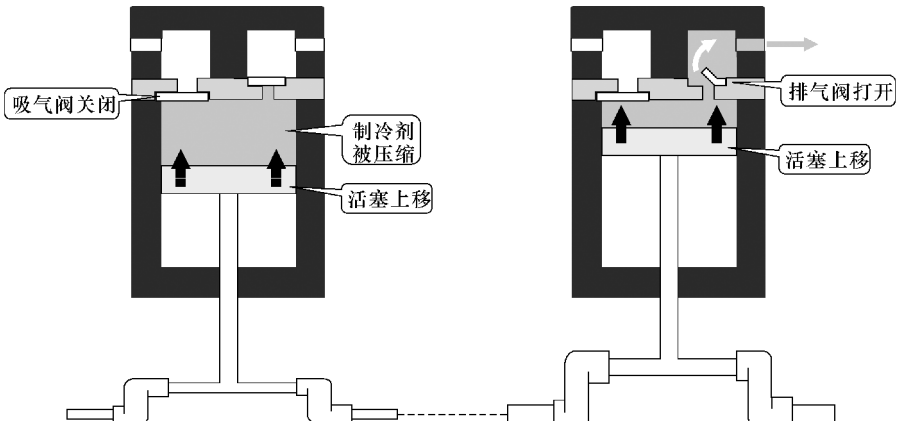


图 5-19　压缩和排气过程

（2）启动继电器的工作原理

① 重锤式启动继电器的工作原理

重锤式启动继电器的触点平时处于常开状态，如图 5-20 所示，刚接通电源时，只有继电器线圈和运行绕组中有电流，由于压缩机的转子是静止的，启动电流很大，电流流过继电器线圈，继电器线圈吸引重锤衔铁向上运动，使触点闭合，接通启动绕组，压缩机开始旋转。随着转速的升高，电流减小，重锤衔铁靠自重而落下，触点断开，启动绕组断电，只有运行绕组工作，启动动作完成。

在静止状态，重锤启动继电器中的触点处于断开状态。压缩机启动时，交流 220V 电压首先经继电器线圈 L1 给压缩机电动机的运行绕组供电，此时由于流过继电器线圈时电流很大，重锤继电器触点吸合，使电源经重锤启动继电器为启动绕组供电，压缩机电动机启动并加速。当压缩机电动机达到额定的转速后，处于稳定状态，此时，运行绕组中的电流下降。重锤继电器线圈的电流下降，触点断开，启动绕组停止工作，如图 5-21 所示。

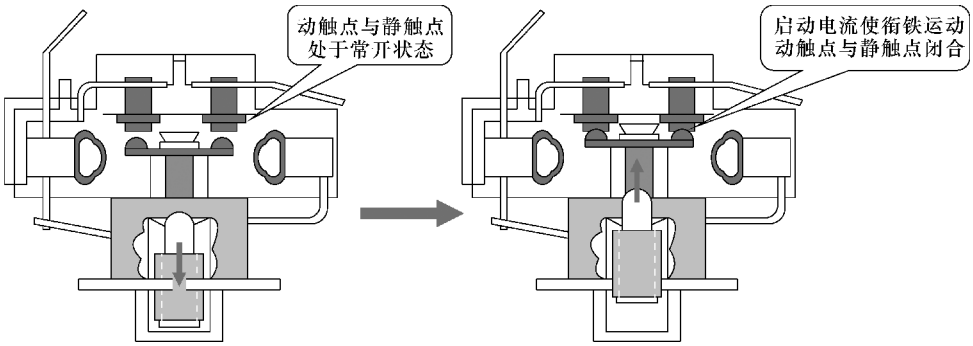


图 5-20　重锤式启动继电器的工作原理

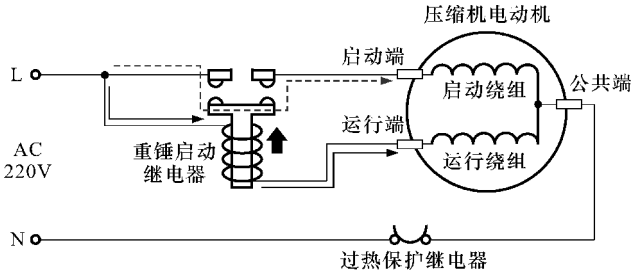


图 5-21　重锤启动继电器工作原理

② PTC 启动继电器的工作原理

当电冰箱的压缩机刚开始启动时，PTC 启动继电器的温度较低，电阻值较小，在电路中呈通路状态。经过运行电容的电流与经过启动继电器的电流相加，为压缩机启动绕组供电。当启动电流增大到正常运行电流的 4 ~ 6 倍时，启动绕组中通过的电流很大，使压缩机产生很大的启动转矩。与此同时，大电流使启动继电器的温度迅速升高（一般为 100 ~ 140℃），其阻值急剧上升，通过的电流又下降到很小的稳定值，使压缩机进入正常运转状态。PTC 启动继电器的工作原理如图 5-22 所示。

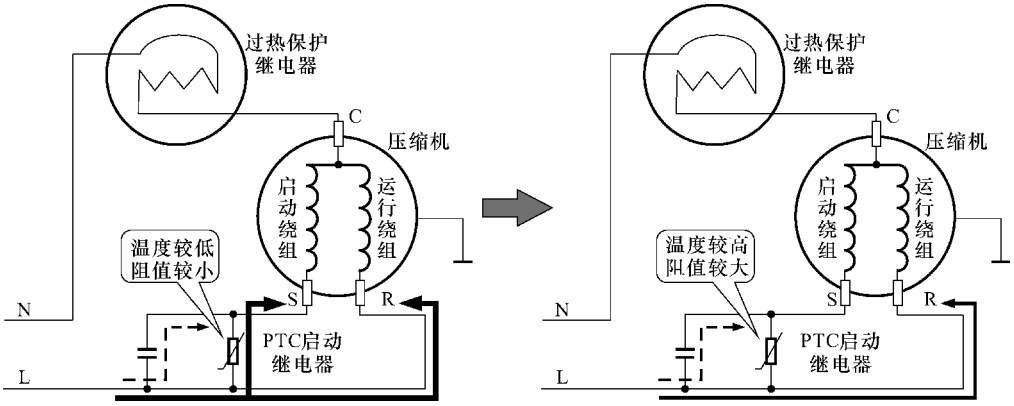


图 5-22　PTC 启动继电器的工作原理

（3）过热保护继电器的工作原理

过热保护继电器的感温面紧贴在压缩机的外壳上，当压缩机外壳温度过高或者电流过大

时，继电器内的双金属片受热后反向弯曲变形，使触点断开，压缩机停机降温，对压缩机起到了保护的作用。过热保护继电器动作后，随着压缩机温度逐渐下降，双金属片又恢复到原来的形态，触点再次接通，如图 5-23 所示。

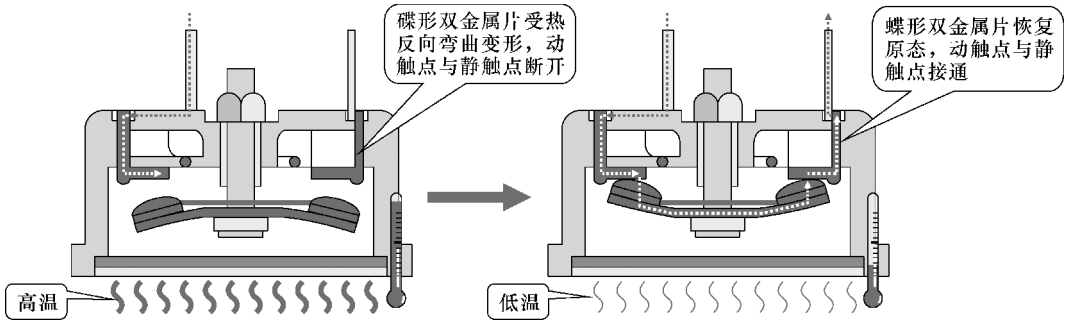


图 5-23　过热保护继电器的原理

2. 电冰箱压缩机组件的检修分析

对电冰箱压缩机组件进行检修，应根据压缩机组件的工作原理逐步进行检查，从而确定出故障范围，判断故障部位，如图 5-24 所示为电冰箱压缩机组件的检修流程分析。

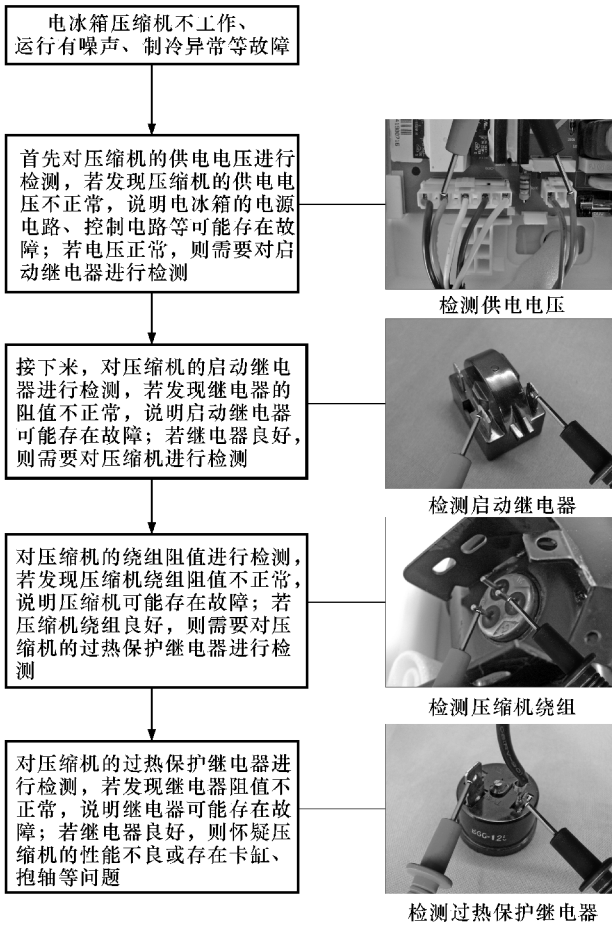


图 5-24　电冰箱压缩机组件的检修流程分析

5.2　电冰箱压缩机组件的检修方法

5.2.1　检修电冰箱压缩机组件的图解演示

根据检修分析可知，检修压缩机组件可顺其基本的信号流程对各供电电压进行检测，来判断故障范围。

在电冰箱的压缩机组件进行检修前，可先根据电冰箱的电路图弄清压缩机组件在整机电路中的连接关系，如图 5-25 所示为典型电冰箱的接线图。

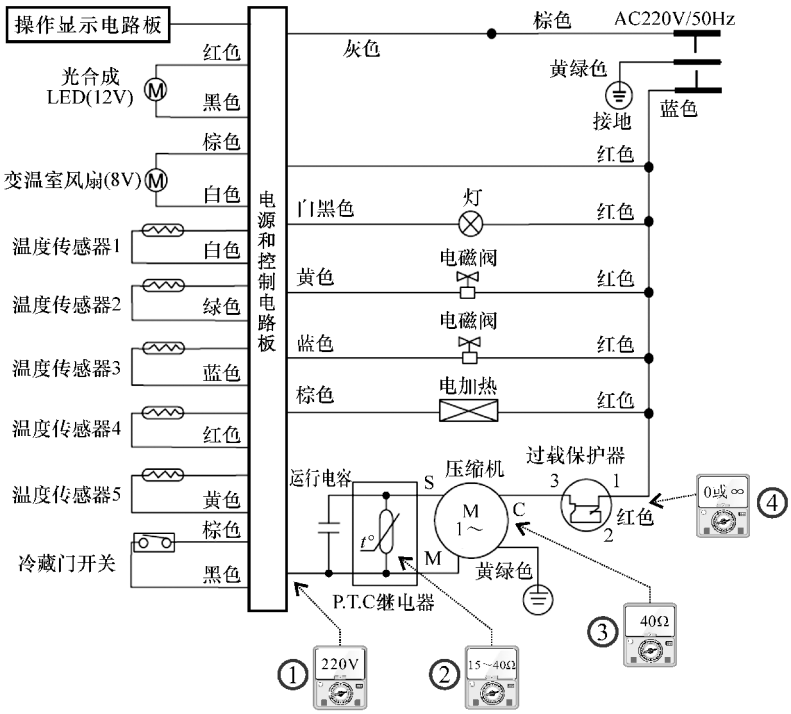


图 5-25　典型电冰箱的接线图

① 电冰箱通电后，由控制电路对压缩机的供电进行控制，交流 220V 电压经电路板接口送到启动继电器中。因此对压缩机组件进行检修时，应先对供电电压进行检测，若供电电压不正常，说明控制电路或电源电路可能损坏；若电压正常，则应对压缩机的启动继电器进行检测。

② 供电电压经启动继电器送入到压缩机绕组中，由启动继电器对压缩机的启动和运行进行控制。因此在供电电压正常的情况下，应启动继电器的阻值进行检测，若测得阻值不正常，说明启动继电器可能损坏；若阻值正常，则应继续对压缩机进行检查。

③ 供电电压经启动继电器送入到压缩机的绕组中，驱动压缩机电动机工作。因此当供电电压、启动继电器都正常时，应对压缩机的绕组阻值进行检测，若三组绕组阻值不正常，说明压缩机可能已损坏。若阻值正常，则应继续对过热保护继电器进行检测。

④ 过热保护继电器可在压缩机过热的情况下，断开电路，对压缩机进行保护。对过热保护继电器进行检测时，主要是对其通断状态下的阻值进行检测，若发现阻值异常，说明过热保护继电器可能已损坏需进行更换；若过热保护继电器正常，则应对压缩机做进一步检测，检测压缩机的吸、排气能力是否良好，是否出现卡缸抱轴的现象。

1. 检测压缩机供电电压

电冰箱通电后，将万用表调至交流 250V 电压挡，黑表笔搭在电源输入端上（N），红表笔搭在压缩机供电端上，如图 5-26 所示，正常情况下，应能够测得交流 220V 电压，若电压不正常，说明电冰箱控制电路或电源电路可能发生故障。

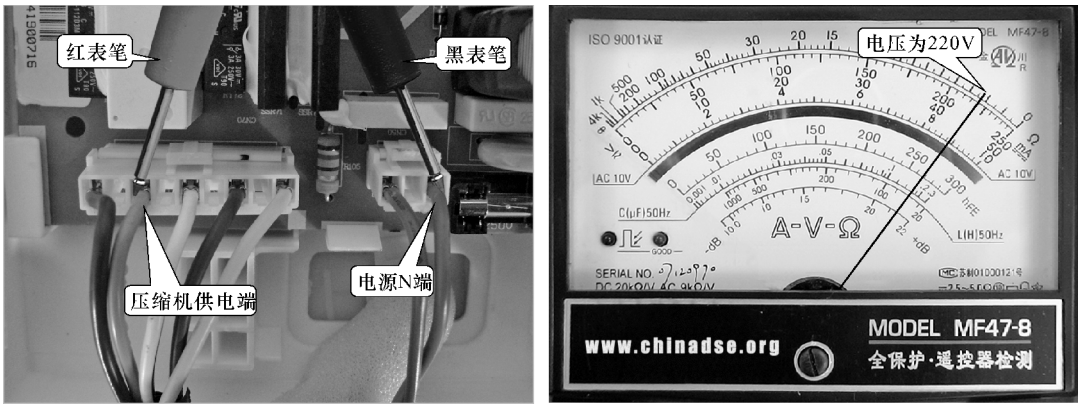


图 5-26　检测压缩机供电

2. 检测启动继电器

启动继电器拆下后，将万用表调至“×1”欧姆挡，红、黑表笔分别搭在启动继电器的接线端上，如图 5-27 所示，常温下，应能够测到 15～40Ω 左右的阻值，将启动继电器放在高温环境下，测得的阻值应很大。若发现阻值变化很小或测得阻值始终为 0 或无穷大，说明启动继电器已损坏，需进行更换。

图 5-27　检测启动继电器

链接：

对重锤式启动继电器进行检测，需要对线圈的阻值进行检测。首先将重锤式启动继电器

正置（线圈朝下）用万用表检测继电器的阻值，正常情况下其阻值为无穷大，如图 5-28 所示。然后将重锤式启动继电器倒置（线圈朝上）检测继电器的阻值，正常时的阻值较小或为零。

图 5-28　检测重锤式启动继电器的阻值

3. 检测压缩机绕组阻值

对压缩机的绕组阻值进行检测之前，需要先对绕组端进行辨识，如图 5-29 所示，根据压缩机的铭牌标识，可知压缩机的绕组端分别为启动端（S）、运行端（M）和公共端（C）。

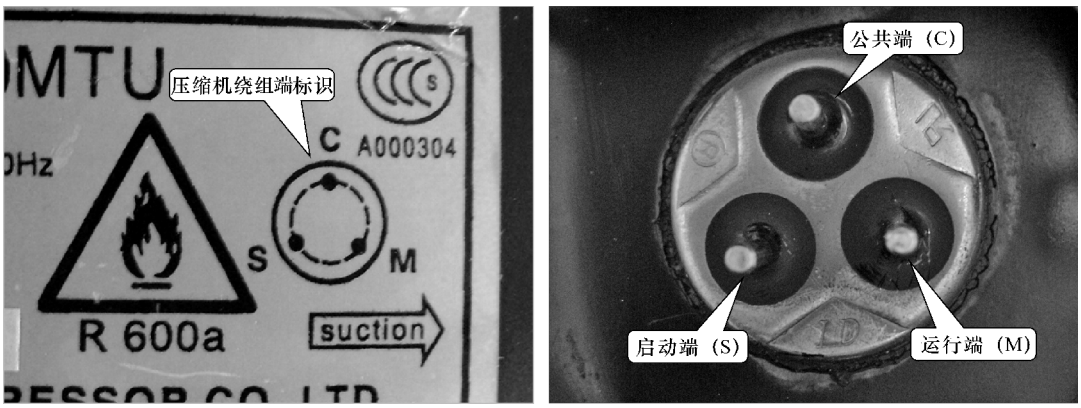


图 5-29　辨识压缩机接线端

检测压缩机绕组阻值时，先将压缩机接线端上的其他部件拆下，再将万用表调至“×1”欧姆挡，红、黑表笔分别搭在压缩机的三个绕组端上，如图5-30所示，测得启动端和公共端之间的阻值为16Ω，运行端和公共端之间的阻值为24Ω，启动端和运行端之间的阻值为40Ω。

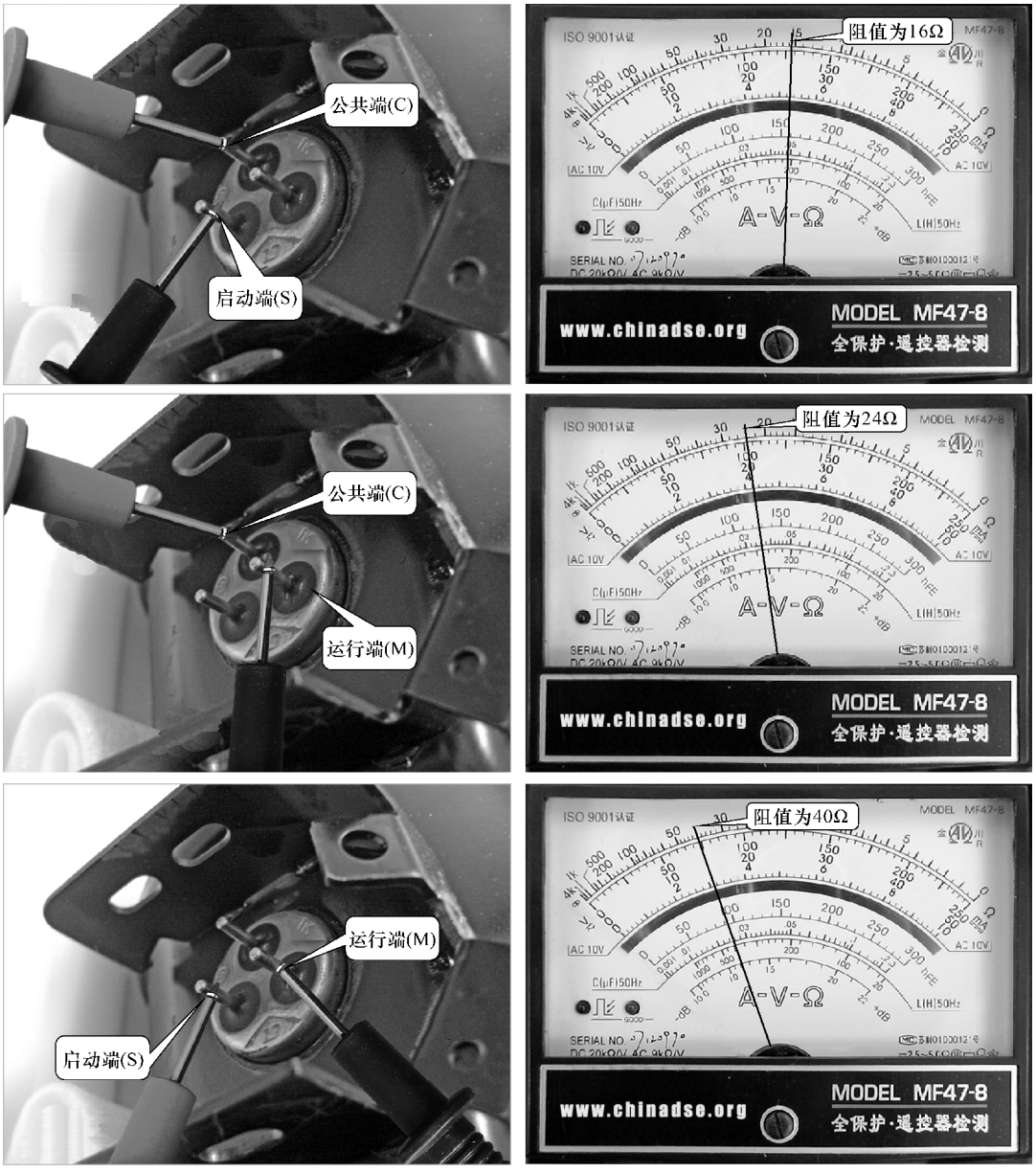


图5-30　检测压缩机绕组阻值

正常情况下，压缩机绕组阻值应满足：启动端和公共端之间的阻值与运行端和公共端之间的阻值之和等于启动端和运行端之间的阻值。

4. 检测过热保护继电器

对过热保护继电器进行检测，首先将其从压缩机上拆下，将万用表调至“×1”欧姆

挡，红、黑表笔搭在继电器两端上，如图 5-31 所示。常温下，测得阻值应为 0，在使用电烙铁对继电器进行加热的情况下，测得阻值应为无穷大。

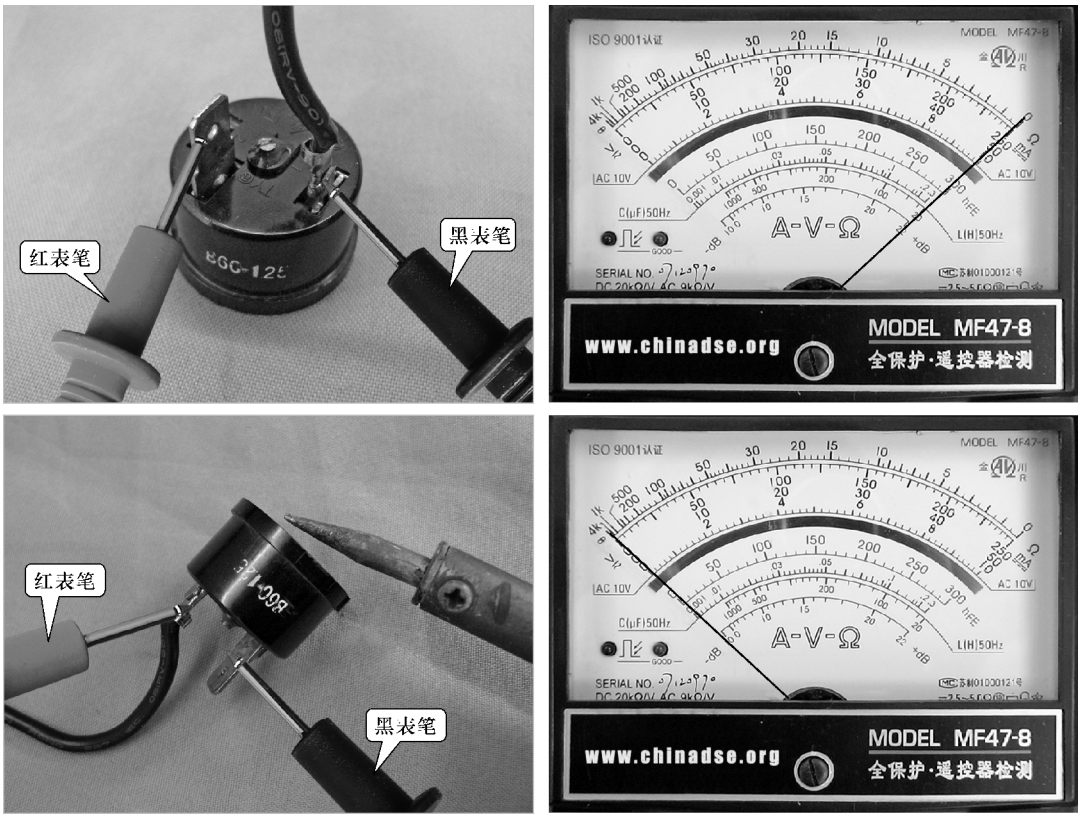


图 5-31　检测过热保护继电器

5. 检测压缩机吸排气能力

怀疑压缩机有故障，就必须对压缩机进行仔细检查，首先检查压缩机自身性能，具体的方法是：将压缩机从制冷系统中拆下，给压缩机加电运转，然后用拇指堵住压缩机的吸气孔和排气孔，如果感觉到有气压，则说明压缩机性能良好；若气压极小或无压力，则说明压缩机内部有故障。

如图 5-32 所示，用手堵住排气孔，再把手拿开，由于压缩机内有压力，所以当把手指拿开时，可以听到“呲呲”的排气声，这表明压缩机性能良好。如果用手堵住排气管时感觉到没有压力，将手松开时排气孔没有排气，听不到排气声，则说明该压缩机性能不良。

接下来再检查一下吸气管，如图 5-33 所示，用手按住吸气管，若感觉到有吸气压力，则表示压缩机正常。如果没有感觉到任何吸力，说明压缩机没有吸气能力。

6. 压缩机卡缸、抱轴的检修方法

若压缩机各项指数都正常，而压缩机依然工作异常，说明压缩机可能出现卡缸或抱轴故障。卡缸、抱轴是压缩机的常见故障之一，严重时由于堵转，导致电流迅速增大而使电动机烧毁。对于抱轴和轻微卡缸现象，在接通电源后，可用木锤或橡胶锤轻轻敲击压缩机的外壳，并不断变换敲击的位置，来解决故障，如图 5-34 所示。对于严重的抱轴、卡缸，则要打开压缩机进行修理或直接进行更换。

图 5-32　检测压缩机的排气管

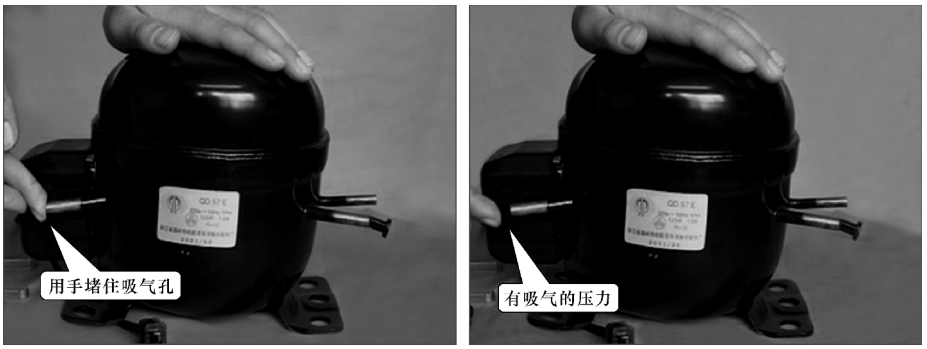


图 5-33　检测压缩机吸气管

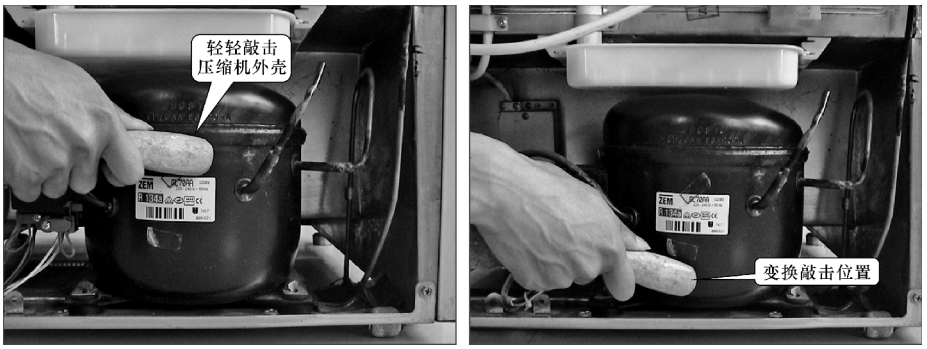


图 5-34　使用木槌敲击压缩机

5. 2. 2　电冰箱压缩机组件的检修案例训练

当电冰箱的压缩机组件出现故障后，应根据压缩机组件的结构和信号流程进行检修分析，再按照基本检修方法，对相关部件进行检测，最后再对可能发生故障的部件进行检修。下面就以电冰箱压缩机组件典型的故障为例，讲解压缩机组件的故障检修实例。

1. 海尔 BCD－215DF 型电冰箱压缩机不工作故障检修实例

- **故障表现**

电冰箱通电后，显示面板显示正常，但压缩机不启动，通过调节温度，压缩机也不能进入工作状态。

- **检修分析**

电冰箱出现上述故障，怀疑该电冰箱的压缩机组件可能出现故障。如图 5-35 所示，为

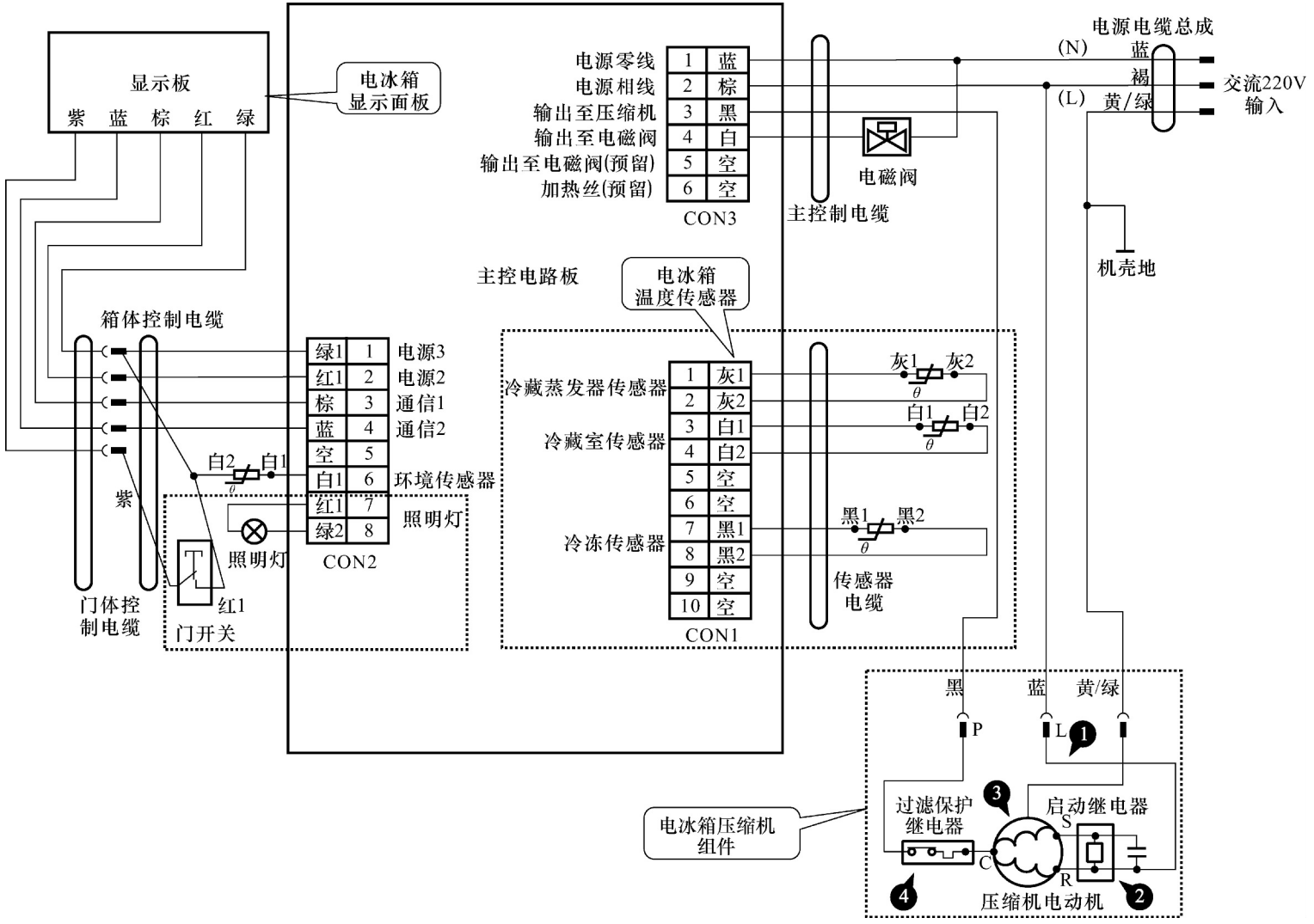


图5-35 海尔BCD-215DF型电冰箱整机接线图

海尔 BCD－215DF 型电冰箱的整机接线图，从图中可看出该电冰箱中各部件的连接关系，检修时，可根据该图进行线路的查找。

① 电冰箱通电后，由微处理器控制交流 220V 电压送到压缩机组件中。若该供电电压不正常，说明电冰箱的控制电路或电源电路可能出现故障，需进行检查。

② 供电电压经过启动继电器后，送到压缩机中，控制压缩机的启动和运行。若启动继电器出现故障，会使压缩机不启动，因此在供电电压正常的情况下，应对启动继电器的阻值进行检测，若测得阻值不正常，说明启动继电器可能损坏；若阻值正常，则应继续对压缩机进行检查。

③ 供电电压经启动继电器送入到压缩机的绕组中，驱动压缩机电动机工作。因此当供电电压、启动继电器都正常时，应对压缩机的绕组阻值进行检测，若三组绕组阻值不正常，说明压缩机可能已损坏。若阻值正常，则应继续对过热保护继电器进行检测。

④ 过热保护继电器可在压缩机过热的情况下，断开电路，对压缩机进行保护。对过热保护继电器进行检测时，主要是对其通断状态下的阻值进行检测，若发现阻值异常，说明过热保护继电器可能已损坏需进行更换；若过热保护继电器正常，则应对压缩机做进一步检测，检测压缩机的吸、排气能力是否良好，是否出现卡缸抱轴的现象。

● 检测方法

根据上述故障分析，首先使用万用表对压缩机的供电电压进行检测，如图 5-36 所示，经检测，发现交流 220V 电压正常。

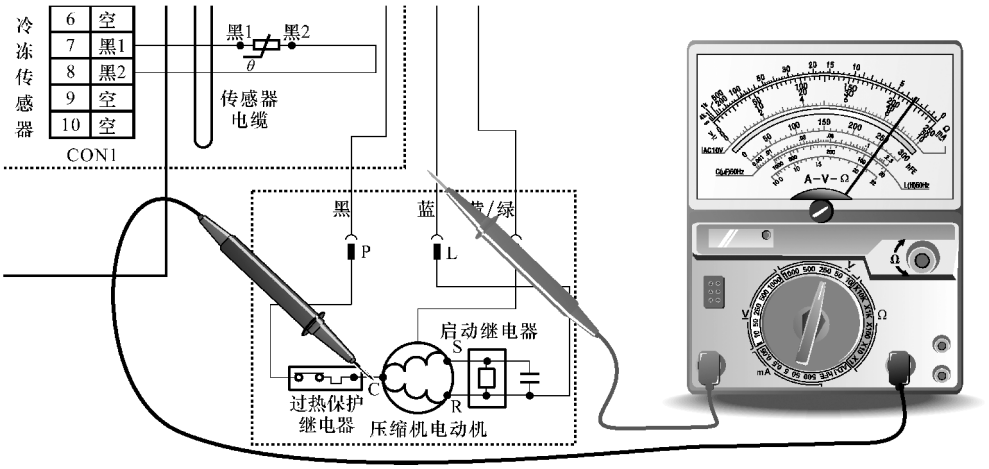


图 5-36　检测压缩机的供电电压

接下来，在检测启动继电器及压缩机之前，首先对较易损坏的过热保护继电器进行检测。将过热保护继电器卸下，使用万用表对其阻值进行检测，如图 5-37 所示，经过检测，常温下过热保护继电器的阻值为 0，高温状态下阻值为无穷大，说明过热保护继电器正常。接着采用相同的方法，对启动继电器进行检测，发现也正常。

经上述检测，发现压缩机的供电电压和过热保护继电器及启动继电器均正常，此时需要使用万用表对压缩机的绕组阻值进行检测，如图 5-38 所示，经检测发现压缩机的三组绕组阻值都为无穷大，说明压缩机的电动机已损坏，需进行更换。

对压缩机进行更换，首先使用焊枪将压缩机的吸气管口和排气管口焊开，如图 5-39 所示。

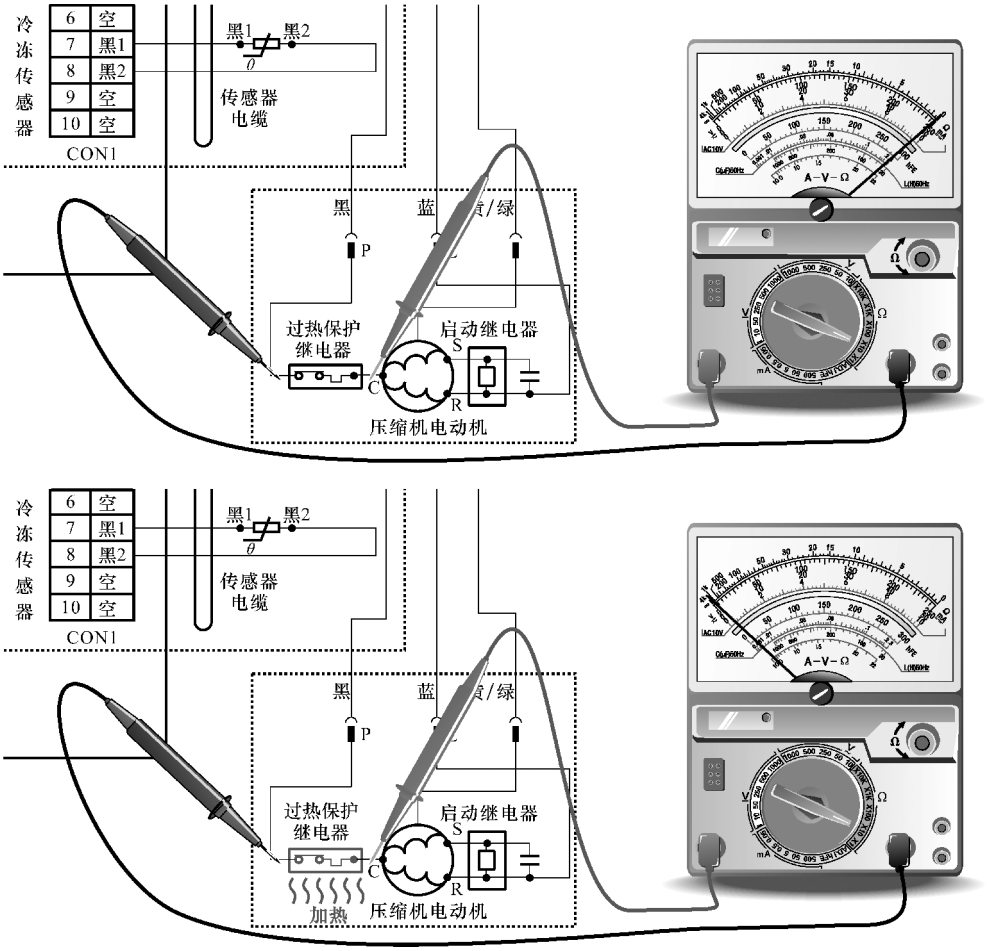


图 5-37　过热保护继电器的检测

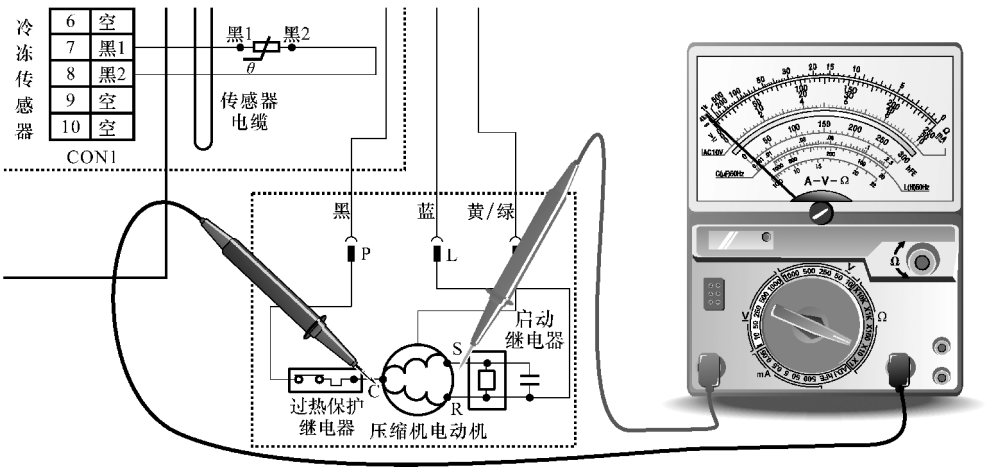


图 5-38　压缩机的检测

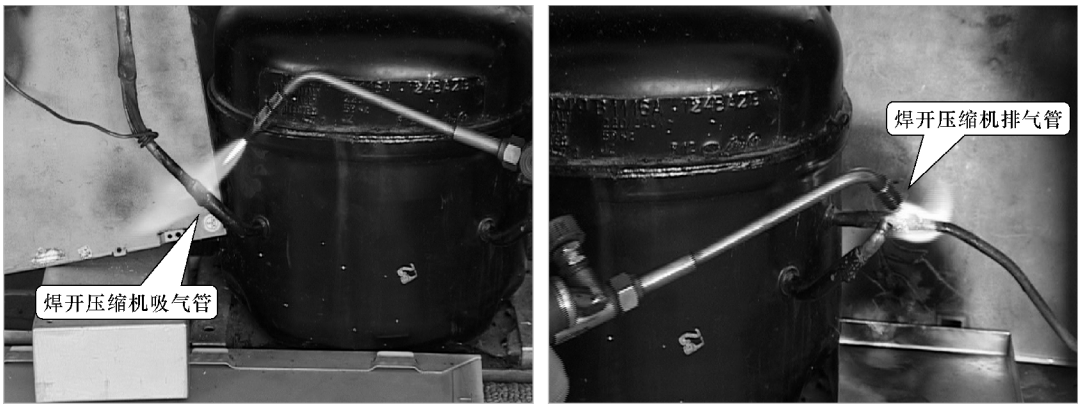


图 5-39　焊开压缩机管路

然后，使用扳手将固定压缩机底座的 4 个固定螺栓卸下，如图 5-40 所示。将损坏的压缩机从电冰箱底座搬出，最后再将与原压缩机型号参数相同的新压缩机安装到原位置，进行管路焊接、抽真空，充注制冷剂等操作，完成后开机试运行，故障排除。

图 5-40　拆下损坏的压缩机

2. 美菱 BCD－181K 型电冰箱不制冷故障检修实例

• 故障表现

电冰箱通电后，发现电冰箱不制冷，压缩机不启动调节温度控制器，发现电冰箱依然不启动。

• 检修分析

电冰箱出现上述故障，先对电源供电进行检查，发现供电电压正常，怀疑该电冰箱的压缩机组件可能出现故障。如图 5-41 所示为美菱 BCD－181K 型电冰箱的整机电路图，从图中可看出该电冰箱中各部件的连接关系，检修时，可根据该图进行线路的查找。

① 过热保护继电器可在压缩机过热的情况下，断开电路，对压缩机进行保护。对过热保护继电器进行检测时，主要是对其通断状态下的阻值进行检测，若发现阻值异常，说明过热保护继电器可能已损坏需进行更换；若过热保护继电器正常，则应对压缩机做进一步检测。

② 对压缩机的检测主要是对其绕组阻值进行检测，若三组绕组阻值不正常，说明压缩机可能已损坏。若阻值正常，则可进一步对启动继电器进行检测。

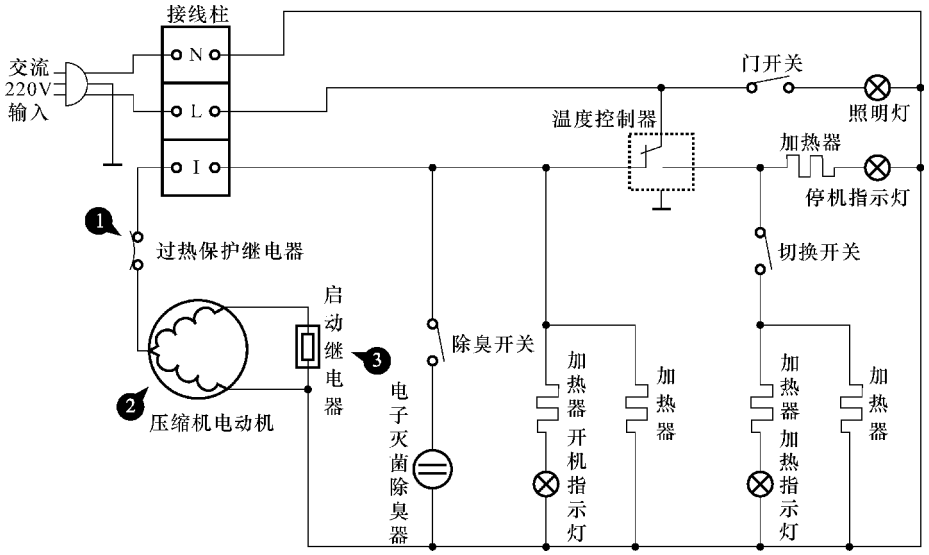


图 5-41　美菱 BCD－181K 型电冰箱的电路图

③ 若启动继电器出现故障，会使压缩机不启动，一般可对启动继电器的阻值进行检测，若测得阻值不正常，说明启动继电器可能损坏。

- **检测方法**

根据上述故障分析，首先使用万用表对压缩机的过热保护继电器进行检测，如图 5-42 所示，经检测，发现过热保护继电器正常。

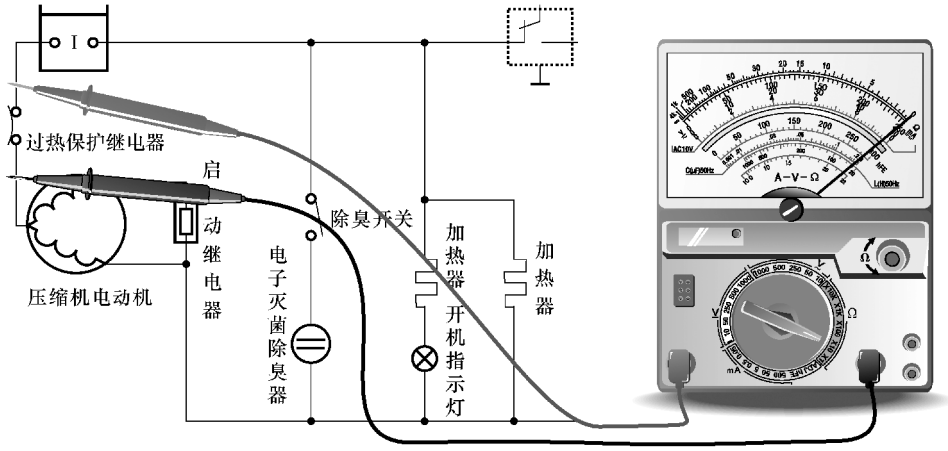


图 5-42　检测过热保护继电器

接下来对压缩机电动机的绕组阻值进行检测，如图 5-43 所示，经过检测发现压缩机电动机的绕组阻值正常，怀疑启动继电器有故障。

使用万用表对该电冰箱的 PTC 启动继电器进行检测，如图 5-44 所示，经过检测，发现启动继电器阻值正常，怀疑压缩机内部出现机械故障。

压缩机出现机械故障，怀疑卡缸、抱轴的可能性较大，在压缩机上垫一层纸板，然后将电冰箱通电，使用榔头轻轻敲击压缩机外壳，如图 5-45 所示，发现压缩机故障有所改善，但依然不能正常运行。

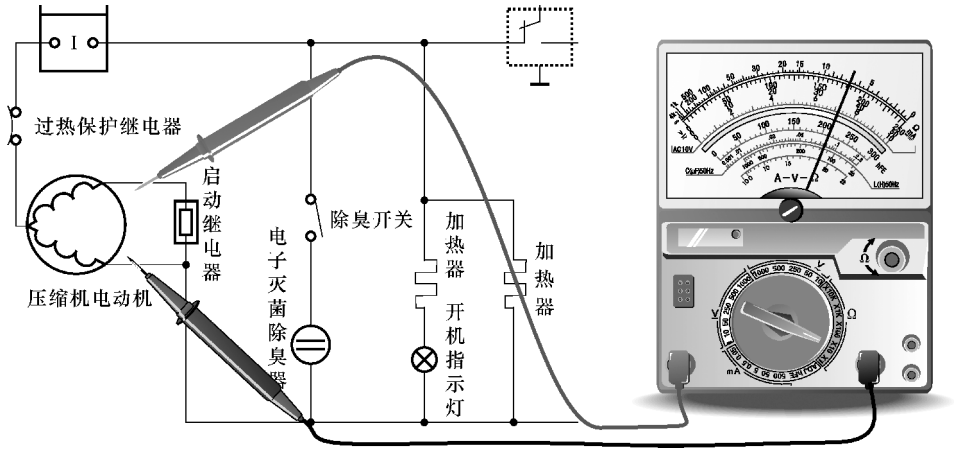


图 5-43　检测压缩机电动机

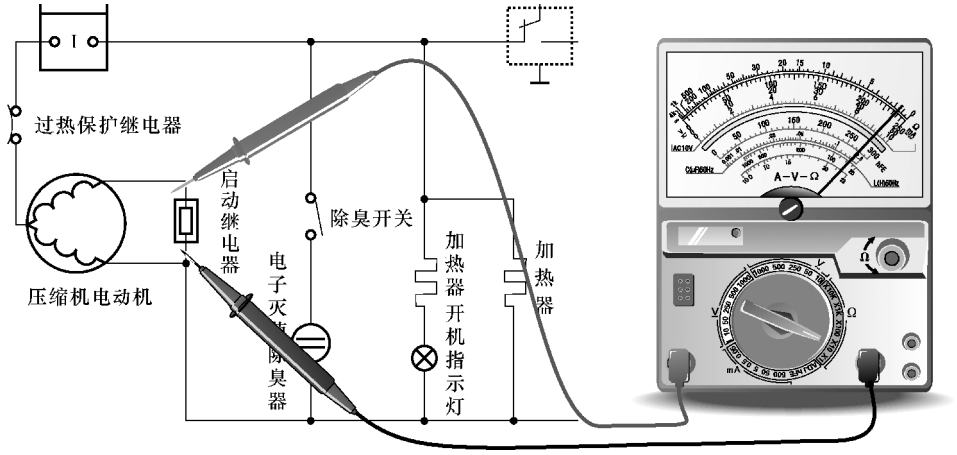


图 5-44　检测启动继电器

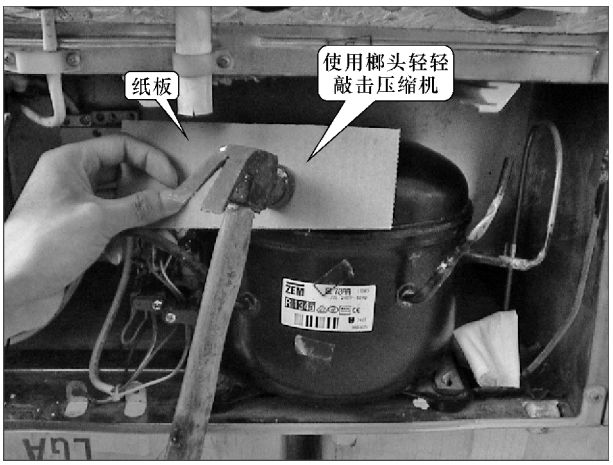


图 5-45　轻轻敲击压缩机外壳

压缩机卡缸、抱轴的情况较严重，需要更换压缩机，如图 5-46 所示。将压缩机的启动继电器和过热保护继电器拆下，再用平口钳将固定压缩机的 4 个固定爪扳开，如图 5-46 所示。

图 5-46　扳开压缩机固定爪

扳开压缩机的固定爪后，使用切管器将压缩机的吸气管与排气管割开，将压缩机与制冷管路分离，如图 5-47 所示。

图 5-47　割开压缩机的吸气管和排气管

这时就可以将损坏的压缩机取下来，然后再将同一型号规格的新压缩机安装固定好，使用焊枪进行焊接，如图 5-48 所示。

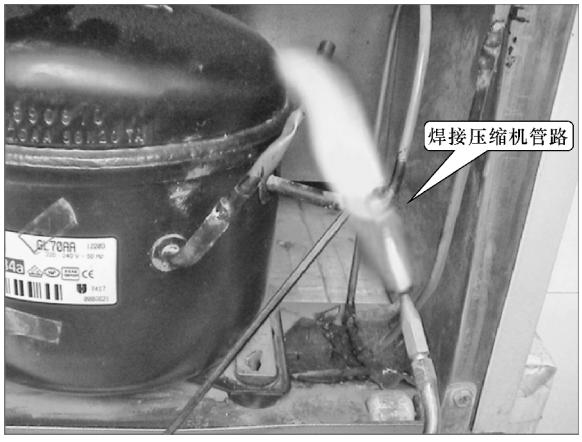


图 5-48　焊接压缩机管路

焊接好压缩机管路后，进行检漏、抽真空和充注制冷剂等操作，开机试运行，电冰箱可正常启动制冷，故障排除。

第 6 章　掌握电冰箱节流及闸阀组件的检修方法

6.1　电冰箱节流及闸阀组件的检修分析

电冰箱的闸阀组件主要包括干燥过滤器、毛细管、单向阀和电磁阀等，用来控制电冰箱制冷管路中制冷剂的流向、平衡制冷管路内部压力、滤除制冷剂中的水分和杂质等。

6.1.1　电冰箱节流及闸阀组件的结构特点

1. 干燥过滤器

干燥过滤器可以从液体或气体制冷剂中除去水分，又能滤除管路中的杂质，具有干燥剂和过滤器双重作用。图 6-1 所示为三星 BCD－226MJVS 型电冰箱的干燥过滤器，它位于压缩机右侧，一端与冷凝器相连，另一端与毛细管相连。

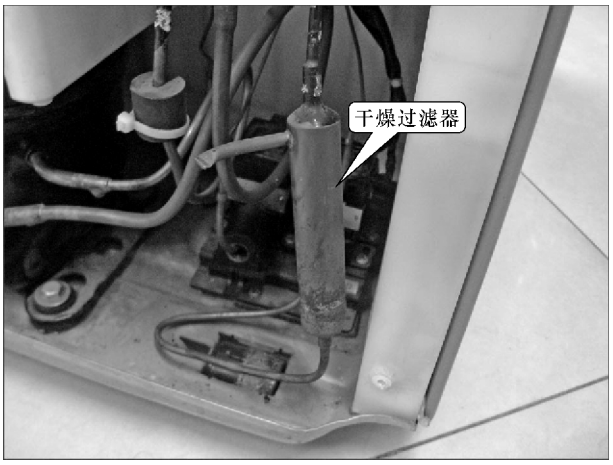


图 6-1　三星 BCD－226MJVS 型电冰箱的干燥过滤器

干燥过滤器分为单入口干燥过滤器和双入口干燥过滤器两种，两者外形相似，都由一段较粗的铜管制成。

（1）单入口干燥过滤器

单入口干燥过滤器直径为 16～18mm，长度为 100～180mm。其两端各有一个端口，其中较粗的一端为入口端，用于连接冷凝器，较细的一端为出口端，用来与毛细管相连，如图 6-2 所示。

图 6-3 所示为单入口干燥过滤器内部结构图。其外壳采用紫铜管进行收口成型，在入口端内使用粗金属网进行过滤，出口端采用细过滤网进行杂质的过滤。过滤网之间装有吸湿性优良的分子筛作为干燥剂，以吸收制冷剂中的水分，确保流经毛细管的制冷剂干燥无杂质，进而保证制冷剂的正常循环制冷。

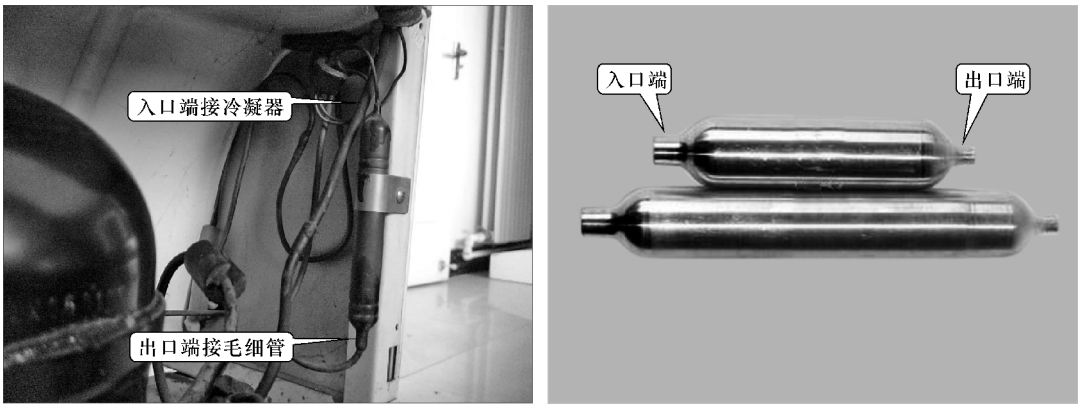


图 6-2　单入口干燥过滤器

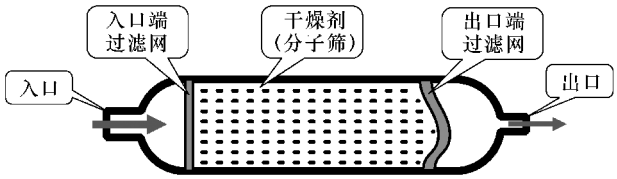


图 6-3　单入口干燥过滤器内部结构图

（2）双入口干燥过滤器

双入口干燥过滤器是指其入口端有两个接头，其中一个用来接冷凝器，另一个工艺管口可作为电冰箱的检修管口使用，出口端也与毛细管进行连接，如图 6-4 所示。

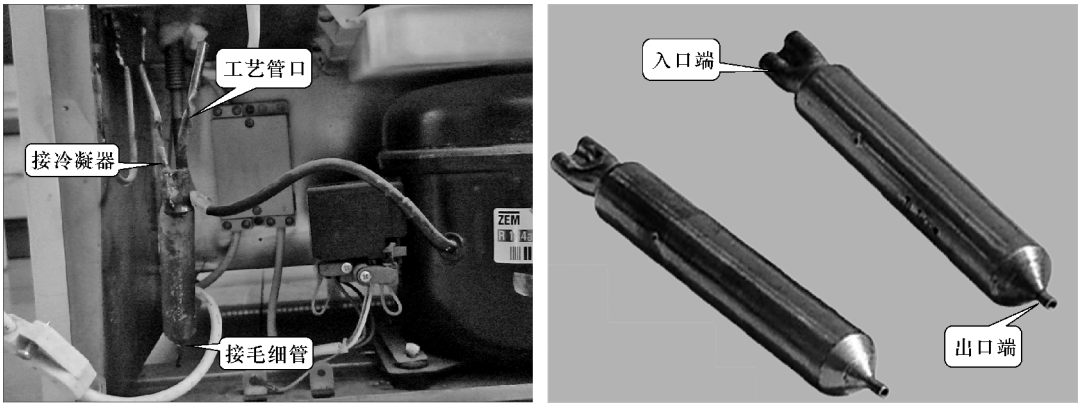


图 6-4　双入口干燥过滤器

图 6-5 所示为双入口干燥过滤器的内部结构。它与单入口干燥过滤器相同，采用紫铜管进行收口成型，在入口端和出口端分别设置有粗金属网和细过滤网，内部装有干燥剂。

2. 毛细管

毛细管在电冰箱制冷管路中，是用来实现制冷剂节流、降压作用的部件，如图 6-6 所示，它是由非常细的铜管制成，通常呈盘曲状。

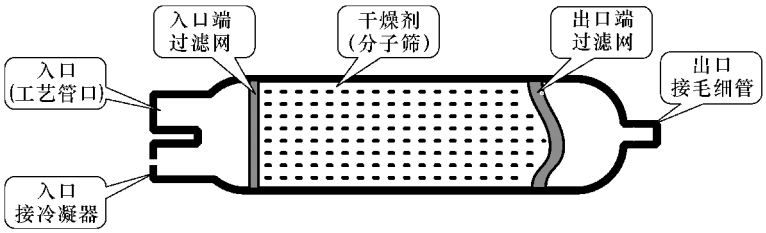


图 6-5　双入口干燥过滤器内部结构图

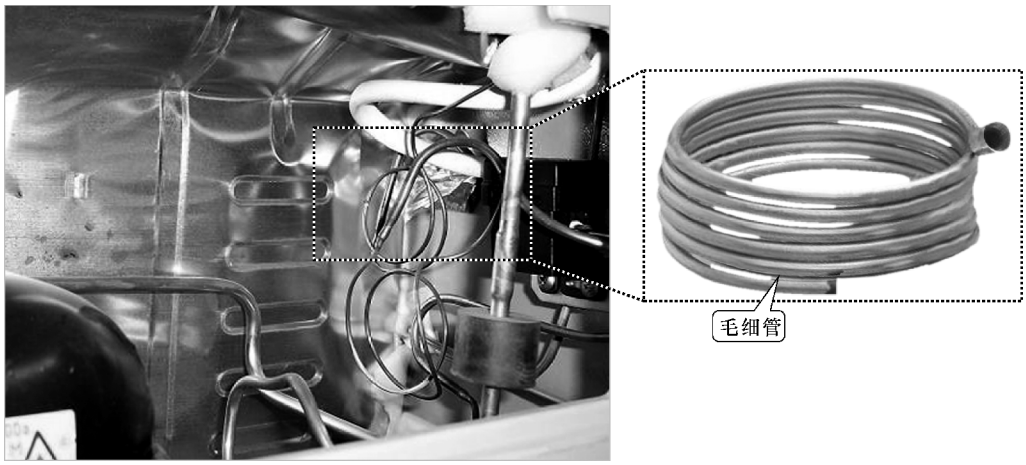


图 6-6　毛细管

链接：

有些电冰箱为了提高制冷管路的制冷效率，会将毛细管盘绕在干燥过滤器或压缩机吸气口管路上，如图 6-7 所示。这样做的目的是利用制冷管路的低温，对毛细管内流过的制冷剂进行降温，使得毛细管内的制冷剂充分液化。

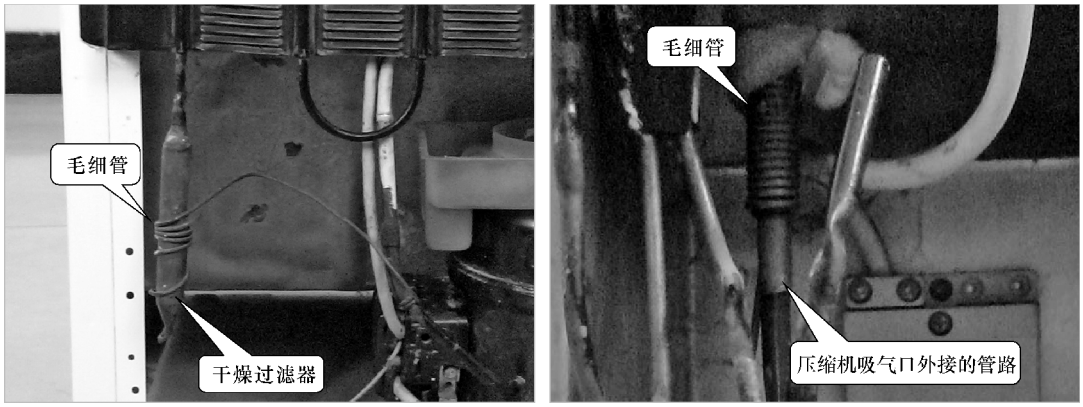


图 6-7　毛细管的安装位置

3. 单向阀

电冰箱制冷管路中的单向阀通常与蒸发器一起封装在隔热层中，只有少数电冰箱将其露在外面，如图 6-8 所示，连接压缩机吸气口的部件就是单向阀。压缩机停机时，单向阀可防止压缩机内部大量的高温高压气体倒流向蒸发器，平衡制冷管路内部压力，有利于压缩机再次启动。

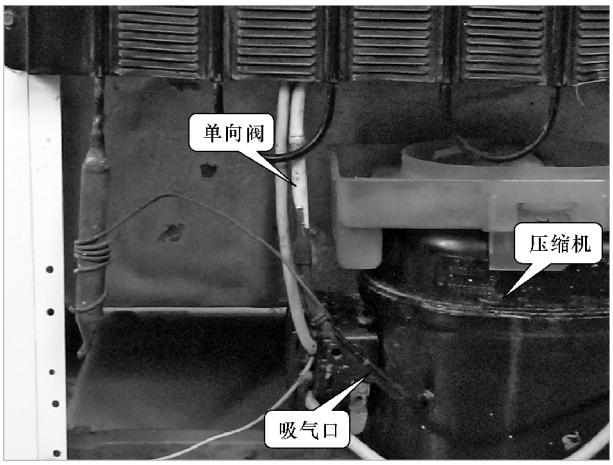


图 6-8　单向阀

单向阀具有单向导通、反向截止的特点，其表面都标有方向标识，安装时要根据制冷剂流向，对应标识进行安装，如图 6-9 所示。

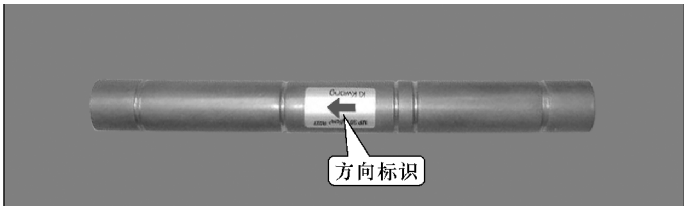


图 6-9　单向阀及其标识

单向阀内部结构有两种，一种为尼龙阀针构成的锥形单向阀，另一种为钢珠构成的球形单向阀，如图 6-10 所示。两种单向阀内部结构相似，只是阀芯形状不同。

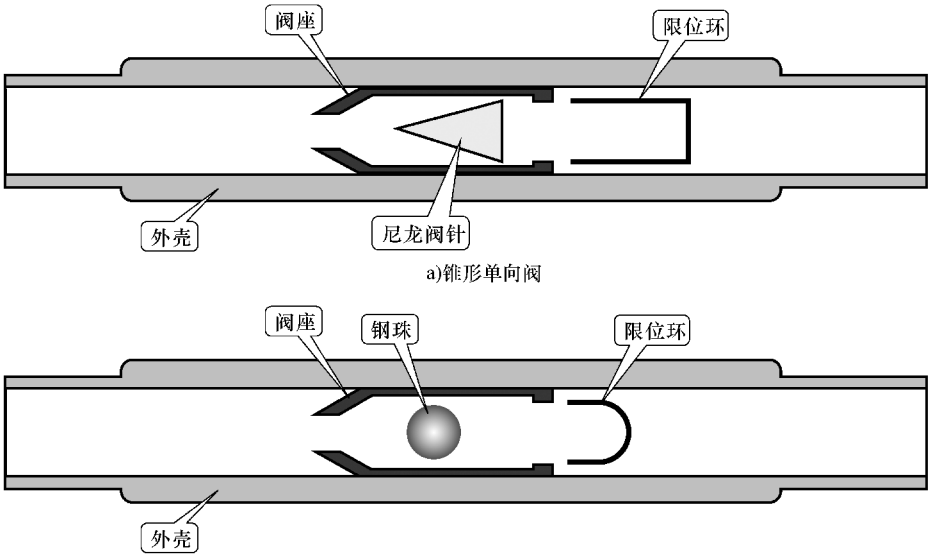


图 6-10　单向阀内部结构

4. 电磁阀

电磁阀在电冰箱中主要起到分流、控制制冷剂流量的作用，从而控制不同箱室内的温度。图 6-11 所示为三星 BCD－226MJVS 型电冰箱的电磁阀。

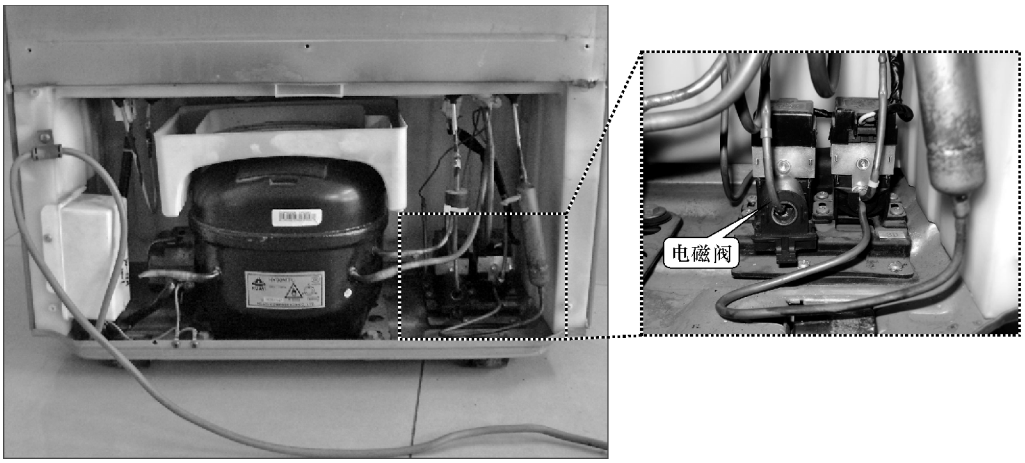


图 6-11　三星 BCD－226MJVS 型电冰箱的电磁阀

电磁阀也分为多个类型，常见的有二通电磁阀、二位三通电磁阀、双联电磁阀（一进三出）和三体六位五通电磁阀，如图 6-12 所示。其中二位三通电磁阀常用于双温双控电冰箱中，双联电磁阀常用于多温多控电冰箱中。

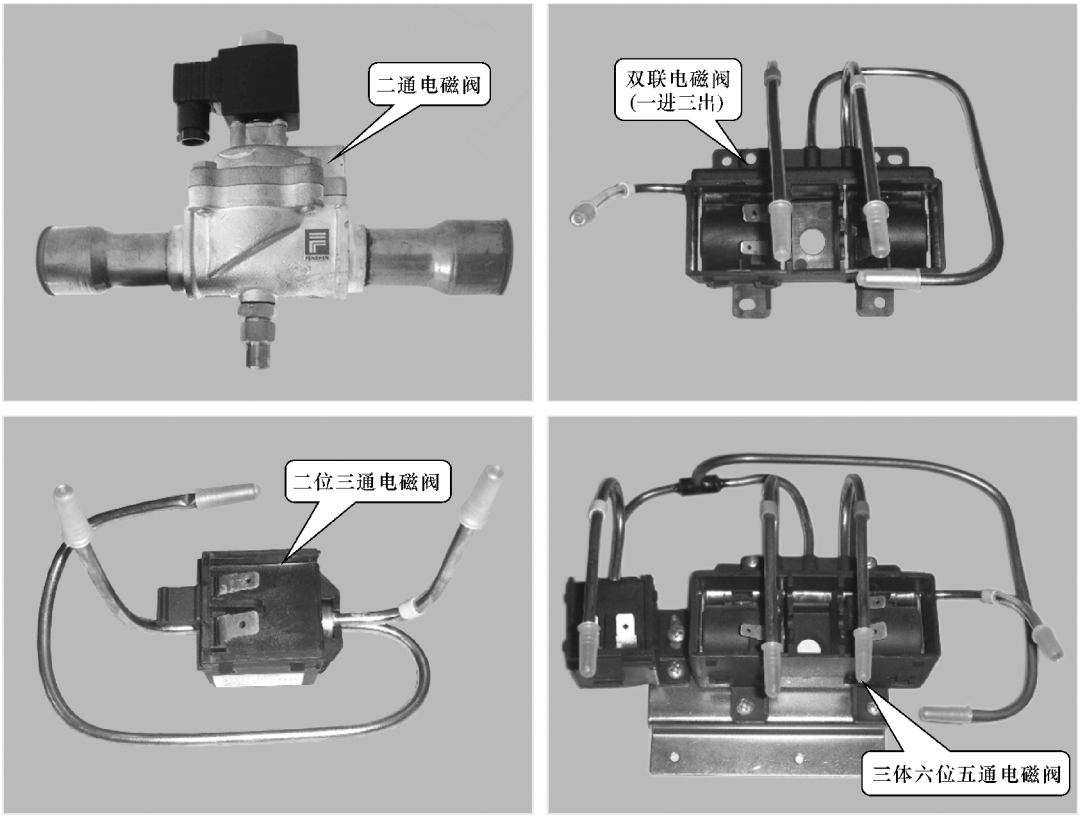


图 6-12　不同类型的电磁阀

（1）二通电磁阀

图 6-13 所示为二通电磁阀的内部结构。从图中可以看出，二通电磁阀主要由阀孔通道、电磁线圈、阀杆、复位弹簧等部分构成。它通过控制阀杆的上下移动，来控制阀孔通道的打开和截止。

（2）二位三通电磁阀

图 6-14 所示为二位三通电磁阀的内部结构。该电磁阀有三个管口，其中一端为入口端，另外两端分别为出口端。其中与入口端同侧的出口端，常用于连接冷冻室毛细管，而另一侧的出口端则用于连接冷藏室毛细管。它通过控制阀芯的位置，来控制两个出口端的打开和截止。

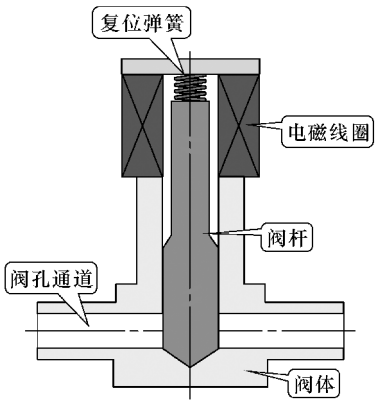


图 6-13　二通电磁阀的内部结构

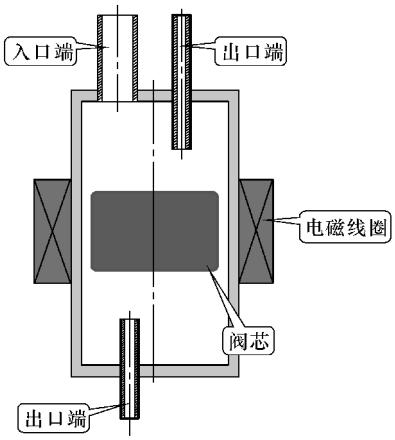


图 6-14　二位三通电磁阀的内部结构

（3）双联电磁阀

图 6-15 所示为双联电磁阀的内部结构。双联电磁阀其实就是两个二位三通电磁阀连接在一起构成的。它共有 4 个管口，其中一个管口为入口端，用于连接干燥过滤器，而另外 3 个管口均为出口端，分别用于连接变温室毛细管、冷冻室毛细管、冷藏室毛细管。

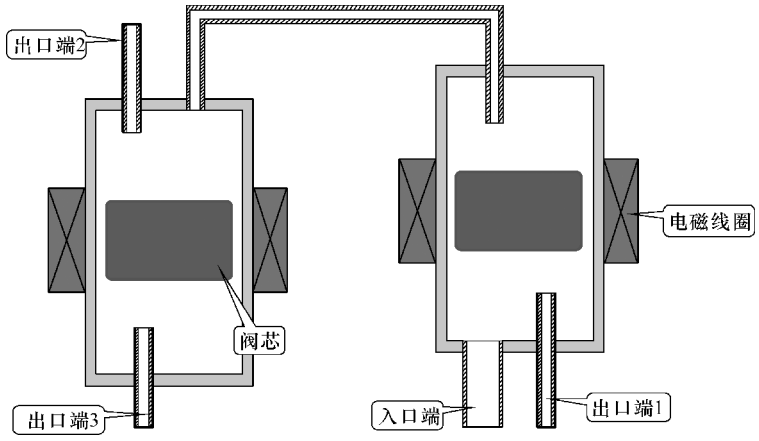


图 6-15　双联电磁阀的结构

6.1.2　电冰箱节流和闸阀组件的检修流程分析

1. 电冰箱节流和闸阀组件的工作原理

（1）干燥过滤器的工作原理

图 6-16 所示为干燥过滤器的工作原理。干燥过滤器主要起两个作用：一是吸附管路中多余的水分，防止产生冰堵故障，并减少水分对制冷管路的腐蚀；二是滤除制冷管路中的杂质，如灰尘、金属屑和各种氧化物，以防止杂质进入压缩机引发故障。

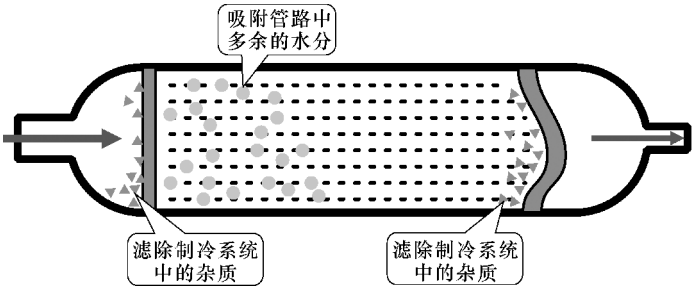


图 6-16　干燥过滤器的工作原理

（2）毛细管的工作原理

图 6-17 所示为毛细管的工作原理。毛细管外形长而细，这是为了增加制冷剂在毛细管中所受到的阻力，从而起到降低压力、限制流量的作用，它也可以在压缩机停机后，均衡制冷管路中的压力，便于再次启动。

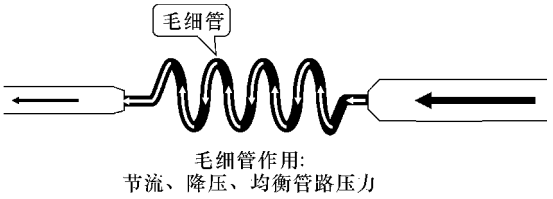


图 6-17　毛细管的工作原理

（3）单向阀的工作原理

制冷剂在单向阀中，若按标识方向流过，单向阀便会导通，若反向流过，单向阀便会截止，图 6-18 所示为锥形单向阀的工作原理。当制冷剂流向与锥形单向阀标识一致时，尼龙阀针被制冷剂推到限位环内，单向阀导通，允许制冷剂流过；当制冷剂流向与标识不一致时，尼龙阀针被制冷剂推到阀座上，单向阀截止，不允许制冷剂流过。球形单向阀的工作原理与锥形单向阀一致。

（4）电磁阀的工作原理

① 二通电磁阀

图 6-19 所示为二通电磁阀的工作原理。当电磁阀通电时，阀杆便会受到电磁线圈的作用克服弹簧的弹力，向上运动，使得阀孔通道导通，制冷剂便能够顺畅地流动。当电磁线圈断电时，阀杆会挡住阀孔通道，从而阻断制冷剂的流通，防止高压制冷剂倒流入蒸发器，进而延长了蒸发器的保温时间，也避免压缩机再次启动时发生液击现象。

② 二位三通电磁阀

图 6-20 所示为二位三通电磁阀的工作原理。当二位三通电磁阀得电时，电磁阀阀芯移动，将冷藏室毛细管截止，使入口端与冷冻室毛细管导通；当电磁阀供电消失时，电磁阀阀芯将冷冻室毛细管截止，使入口端与冷藏室毛细管导通。

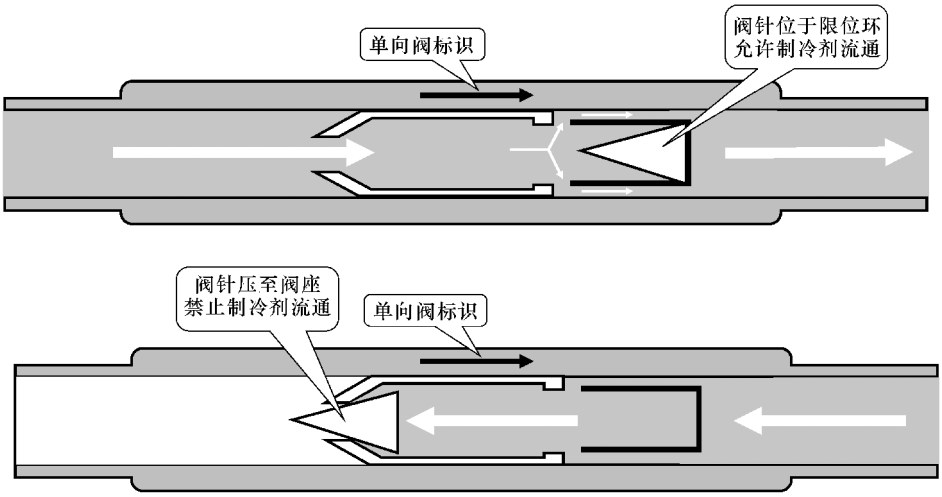


图 6-18　锥形单向阀的工作原理

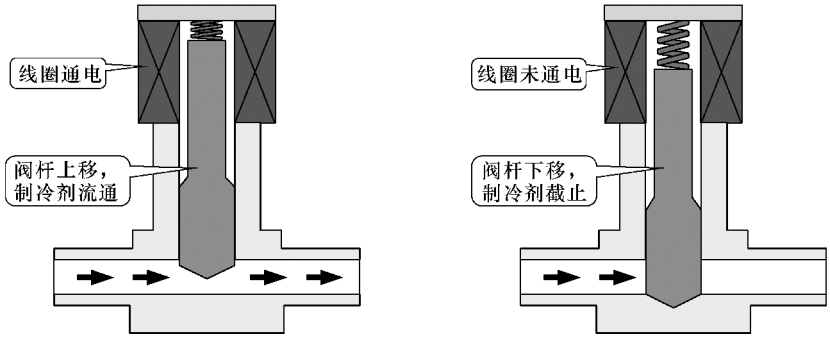


图 6-19　二通电磁阀的工作原理

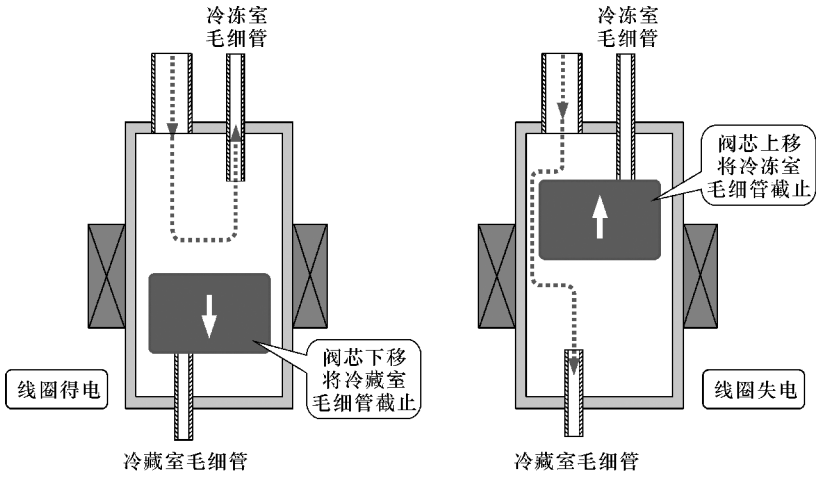


图 6-20　二位三通电磁阀的工作原理

链接：

图 6-21 所示为二通电磁阀和二位三通电磁阀在电冰箱管路中的具体应用。当控制电路使二通电磁阀导通时，冷藏室蒸发器开始制冷；而当二通电磁阀截止时，冷藏室停止制冷。

当控制电路使二位三通电磁阀导通时，则制冷管路与冷冻室蒸发器导通，制冷剂由管路 A 流通到管路 B 中，随后进入冷冻室蒸发器中，冷冻室开始制冷。当二位三通电磁阀截止时，制冷管路与变温室蒸发器导通，制冷剂通过管路 A 流向管路 C，随后进入变温室蒸发器中，变温室开始制冷。

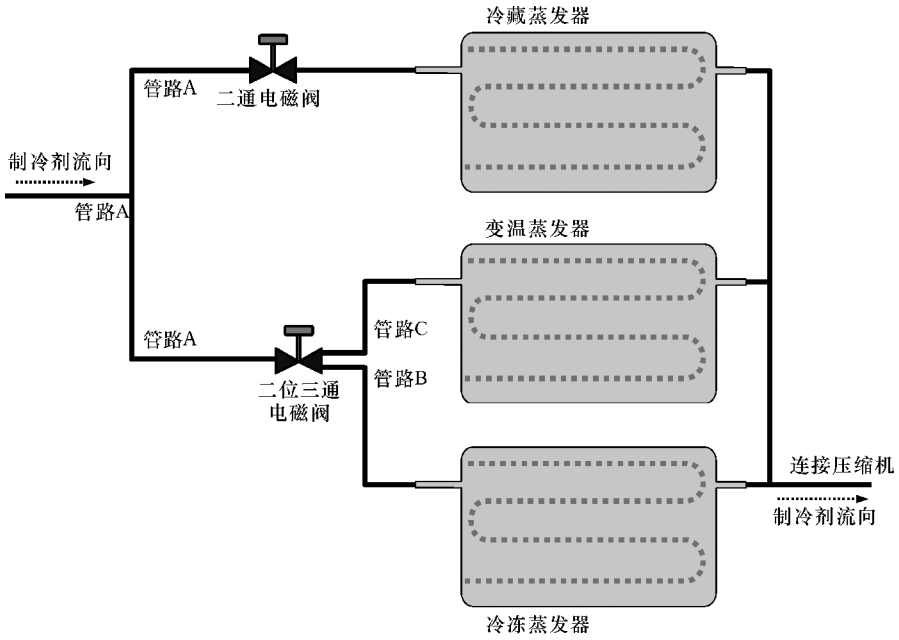


图 6-21　二通电磁阀和二位三通电磁阀的具体应用

③ 双联电磁阀

图 6-22 所示为双联电磁阀的工作原理。双联电磁阀有两组线圈，当线圈 1 得电，线圈 2 失电时，入口端与出口端 2 导通，出口端 1 和出口端 3 截止；当线圈 1 失电，线圈 2 失电时，入口端与出口端 3 导通，出口端 1 和出口端 2 截止；当线圈 1 失电，线圈 2 得电时，入口端与出口端 1 导通，出口端 2 和出口端 3 截止。

链接：

图 6-23 所示为双联电磁阀在电冰箱制冷管路中的具体应用。当电磁阀线圈 1 得电、线圈 2 失电时，电磁阀出口管 B 接通，出口管 A、C 截止，此时，电冰箱冷藏室、冷冻室制冷；当电磁阀线圈 1 失电、线圈 2 也失电时，电磁阀出口管 C 接通，出口管 A、B 截止，此时，电冰箱冷冻室制冷；当电磁阀线圈 1 失电、线圈 2 得电时，电磁阀出口管 A 接通，出口管 B、C 截止，此时，电冰箱变温室、冷冻室制冷。

2. 电冰箱节流和闸阀组件的检修流程

对电冰箱闸阀组件进行检修，应根据闸阀组件的工作原理逐步进行检查，从而确定出故障范围，判断故障部位，图 6-24 所示为电冰箱闸阀组件的检修流程分析。

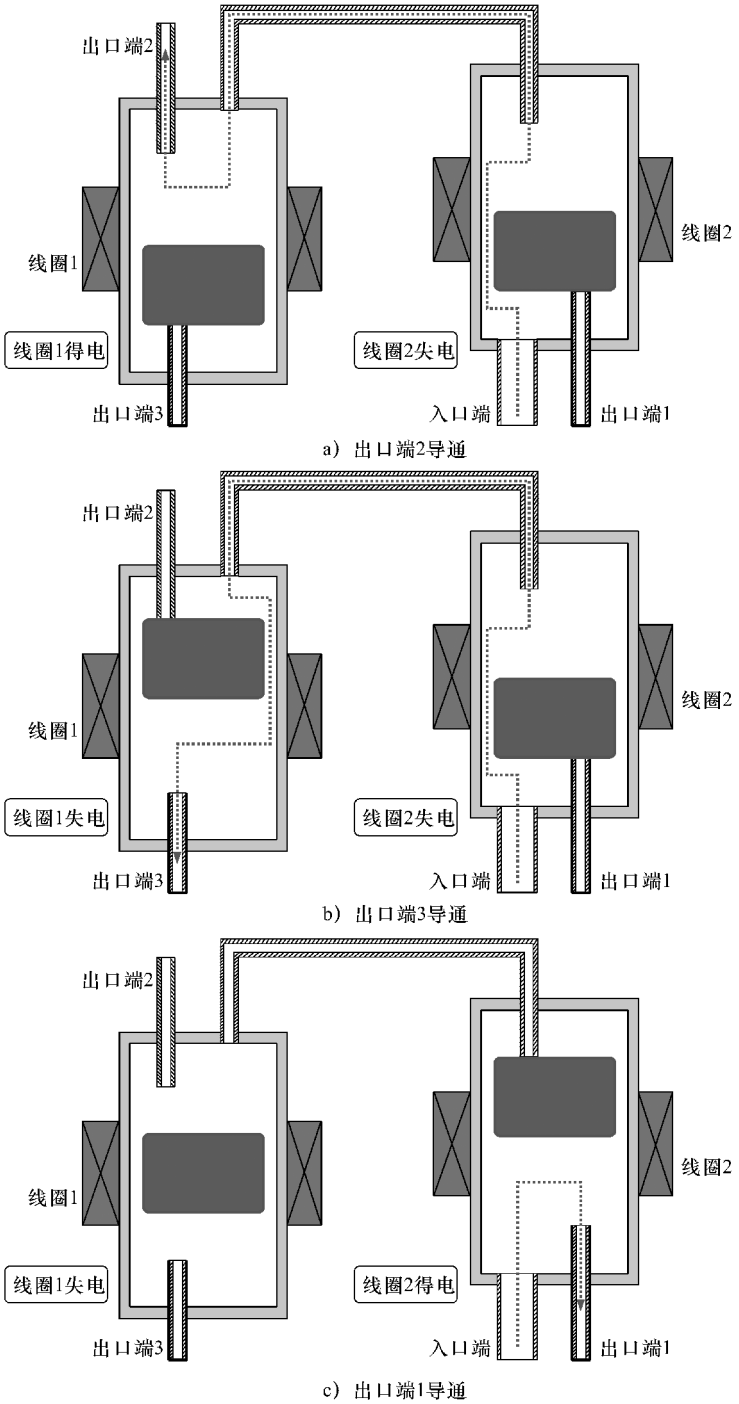


图 6-22　双联电磁阀的工作原理

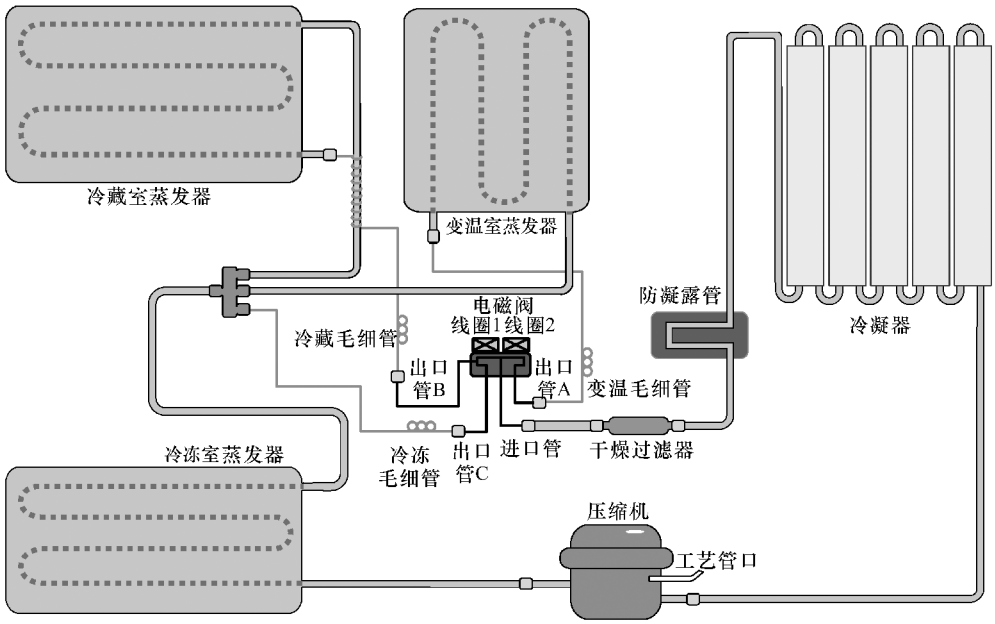


图 6-23　双联电磁阀在电冰箱制冷管路中的具体应用

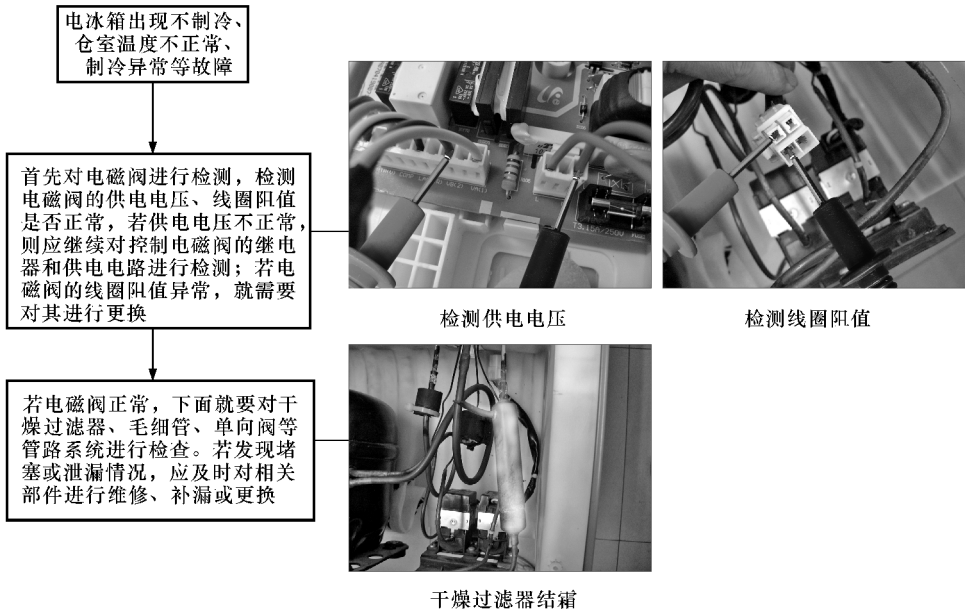


图 6-24　电冰箱闸阀组件的检修流程分析

6.2　电冰箱节流和闸阀组件的检修方法

6.2.1　检修电冰箱节流和闸阀组件的图解演示

对电冰箱节流和闸阀组件进行检修时，应根据节流和闸阀组件的工作原理和检修流程确定检修方案，逐一对相关部件进行检修。下面以典型电冰箱为例，讲解电冰箱节流和闸阀组

件的检修方法。

1. 检修电磁阀的图解演示

（1）电磁阀供电电压的检测

对电磁阀进行检测，可首先使用万用表对电磁阀的供电电压进行检测，如图 6-25 所示。将万用表调至交流 250V 电压挡，黑表笔搭在电源零线端，红表笔搭在供电端，正常情况下，电磁阀的供电电压为交流 220V。若供电电压不正常，则需要对电磁阀的继电器等进行检测。

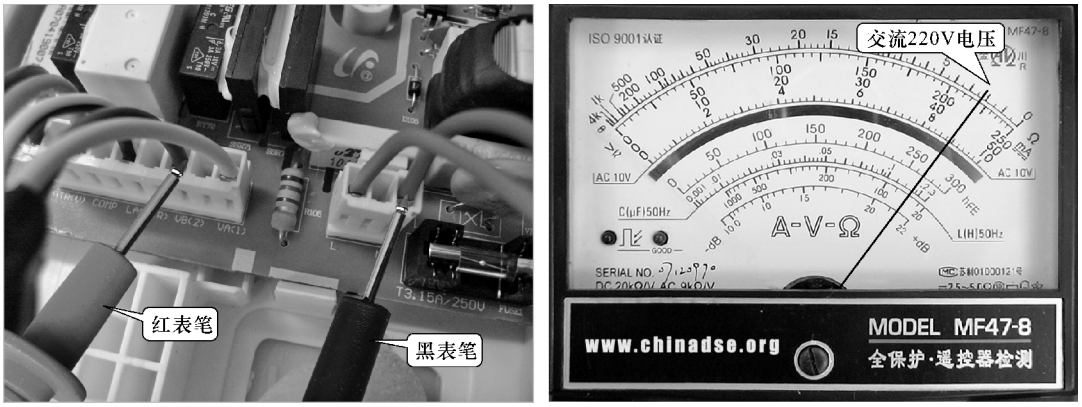


图 6-25　检测电磁阀供电电压

（2）电磁阀继电器的检测

电磁阀不能正常工作，可能是由控制其供电的继电器发生故障引起的。将万用表调至“×1k”欧姆挡，红、黑表笔搭在继电器线圈两引脚上，如图 6-26 所示，测得阻值约为 22kΩ。若测得阻值为 0 或无穷大，说明该继电器已损坏，需进行更换。

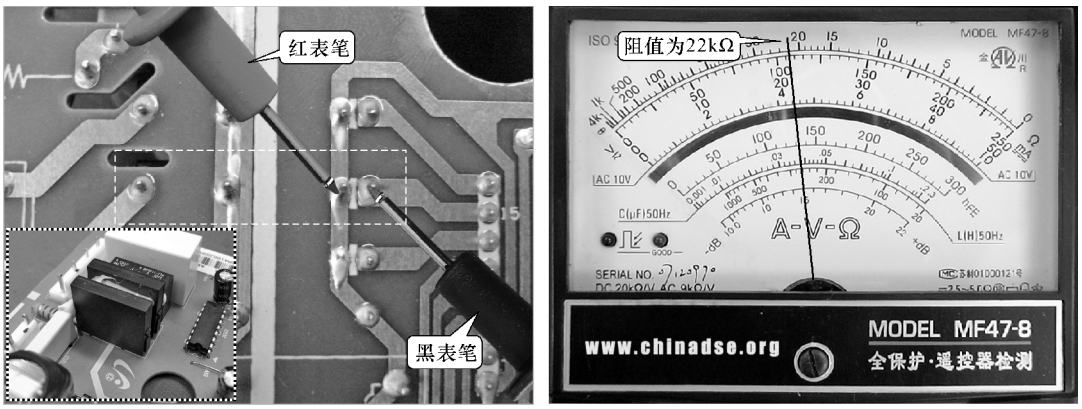


图 6-26　检测电磁阀继电器

（3）电磁阀线圈的检测

若经检测电磁阀的控制部件（继电器）正常，供电条件也正常，而电磁阀仍不正常工作，则视为电磁阀本身损坏。若怀疑电磁阀出现故障，可使用万用表对其线圈的阻值进行检测，如图 6-27 所示。将万用表调至“×100”欧姆挡，红、黑表笔搭在一个电磁阀线圈引出线的连接插件上，正常情况下，测得阻值为 550Ω 左右。若测得阻值为 0 或无穷大，说明电磁阀已损坏，需进行更换。

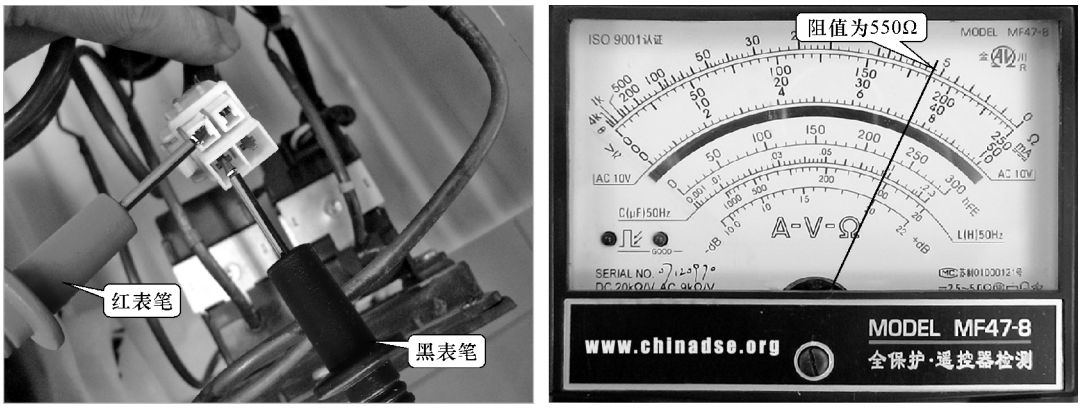


图 6-27　检测电磁阀线圈的阻值

2. 检修干燥过滤器的图解演示

干燥过滤器是电冰箱管路的重要组成部分，若发现电冰箱制冷异常，可首先观察干燥过滤器有无明显结霜现象，并用手触摸电冰箱的冷凝器部分。若发现冷凝器逐渐变凉，并且干燥过滤器出现结霜的现象，说明干燥过滤器可能出现堵塞，如图 6-28 所示。

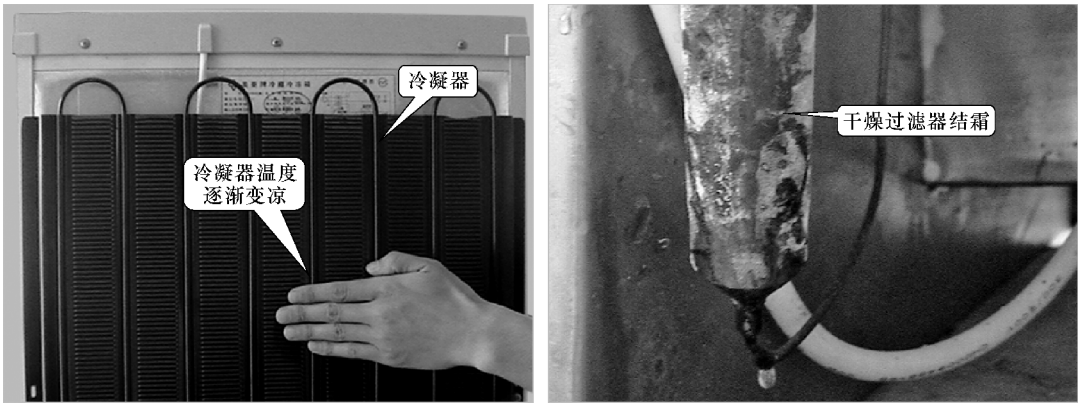


图 6-28　检查冷凝器和干燥过滤器

此时，仔细倾听蒸发器是否发出“嘶嘶”的制冷剂流动声，若没有制冷剂流动的声音，并且压缩机发出沉闷的过负载声，可以确定干燥过滤器发生堵塞，如图 6-29 所示。

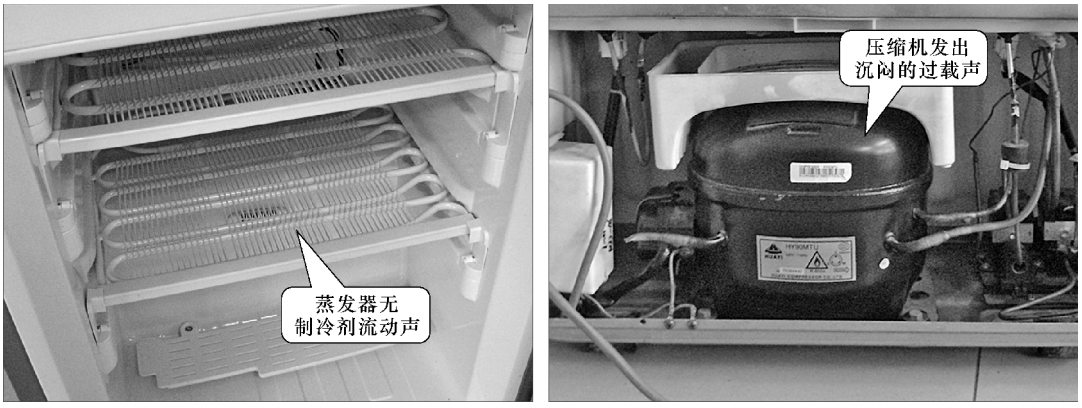


图 6-29　检查蒸发器和压缩机

干燥过滤器出现故障，通常采用代换法将堵塞的干燥过滤器进行更换，如图 6-30 所示。使用焊枪将干燥过滤器从制冷管路中拆下来，再将新干燥过滤器焊接到管路中即可。更换时要注意，焊接操作一定要迅速准确，不能使干燥过滤器长时间暴露在空气中，以免影响其使用寿命。

图 6-30　更换干燥过滤器

3. 检修毛细管的图解演示

毛细管较细，其大部分故障都是由堵塞引起的。当毛细管发生堵塞时，冷凝器下部会聚集大量的制冷剂，导致流进蒸发器内的制冷剂减少。

（1）脏堵的检修

若毛细管出现脏堵，用手触摸干燥过滤器与毛细管接口处，会感到温度与室温差不多，有时也低于室温，若将毛细管与干燥过滤器连接处断开，会有大量制冷剂从干燥过滤器中喷出，如图 6-31 所示。

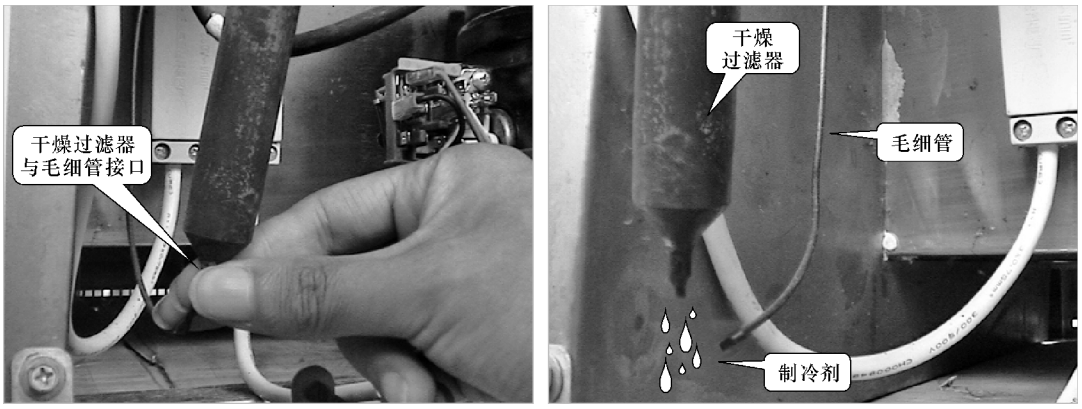


图 6-31　毛细管出现脏堵

排除毛细管的脏堵故障时，需要将干燥过滤器与毛细管断开，通过压缩机的工艺管口向电冰箱制冷管路中充入氮气，并对毛细管进行加热，如图 6-32 所示。毛细管中的脏物在高温下碳化，再吹压氮气，将脏物排出，毛细管便会恢复正常。若毛细管的脏堵情况比较严重，就需要对毛细管进行代换。

（2）冰堵的检修

如果制冷剂中含有水分，在毛细管的出口部位就会出现冰堵现象。冰堵一般是发生在压缩机工作后的一段时间内，若蒸发器反复结霜，则表明毛细管出现冰堵故障，如图 6-33 所示。

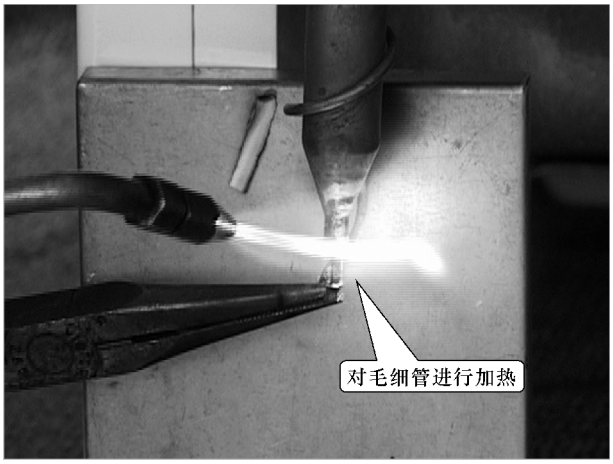


图 6-32　加热毛细管

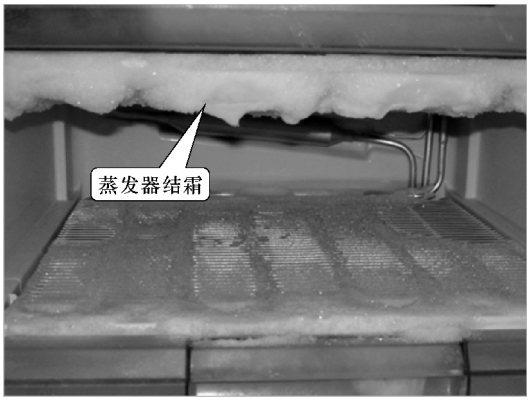


图 6-33　蒸发器反复结霜

排除毛细管的冰堵故障时，可使用电吹风机和小榔头进行检修。使用功率较大的电吹风机对着干燥过滤器和毛细管接口处加热 3 ~ 5 min，如图 6-34 所示。

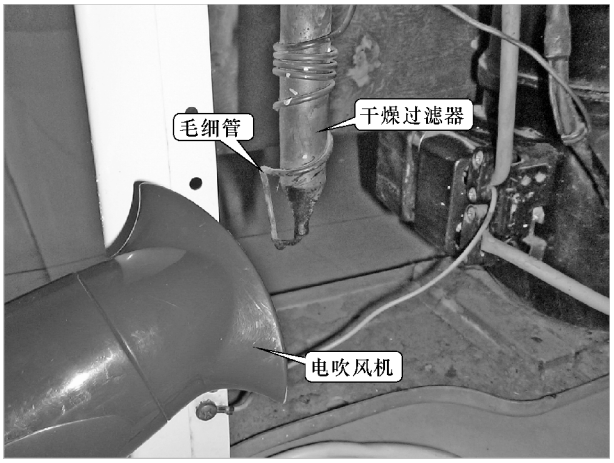


图 6-34　电吹风机加热毛细管接口处

加热后，使用榔头轻轻敲打加热部位，如图 6-35 所示，敲打管路后，若蒸发器部位有制冷剂的流动声，说明毛细管的冰堵现象有所好转，再反复加热和敲打，直到故障现象消失为止。若冰堵情况比较严重，就需要对毛细管进行更换，以排除故障。

4. 检修单向阀的图解演示

单向阀出现故障，多会引起电冰箱不制冷、压缩机一直呈运转状态的故障。单向阀常出现堵塞故障，一般可采用充注氮气的方法，对管路进行清洁。若不能排除故障，就需要对单

图 6-35　轻轻敲打加热部位

向阀进行更换。

图 6-36 所示为单向阀的代换方法。首先将电冰箱制冷管路中的制冷器排净，然后使用气焊工具，将单向阀焊下。

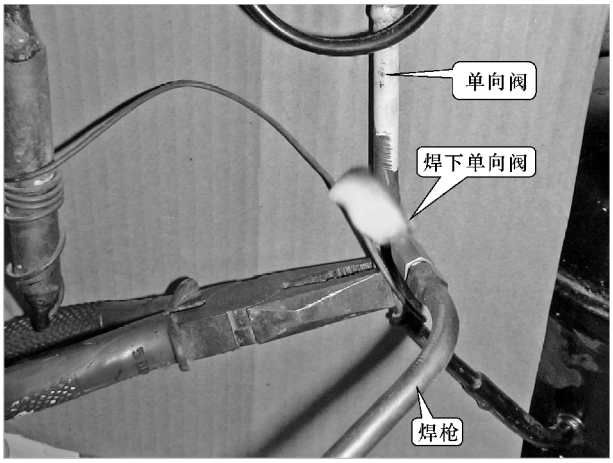


图 6-36　单向阀的代换方法

将新单向阀按照制冷剂流向，焊接到制冷管路中，再使用洗洁精水对焊接部位进行检漏，如图 6-37 所示，确认焊接良好后，即可进行抽真空、充注制冷剂等操作。

6. 2. 2　检修电冰箱节流和闸阀组件的检修案例训练

当电冰箱节流和闸阀组件出现故障时，应根据其电路结构和信号流程进行检修分析，再按照基本检修方法，对可能发生故障的主要部件进行检修。下面就以电冰箱节流和闸阀组件的典型故障为例，讲解电冰箱节流和闸阀组件的故障检修实例。

1. 海尔 BCD－238 型电冰箱冷藏室不制冷的故障检修实例

- **故障表现**

海尔 BCD－238 型电冰箱开机运行后，冷冻室制冷正常，但冷藏室温度不下降，调整温

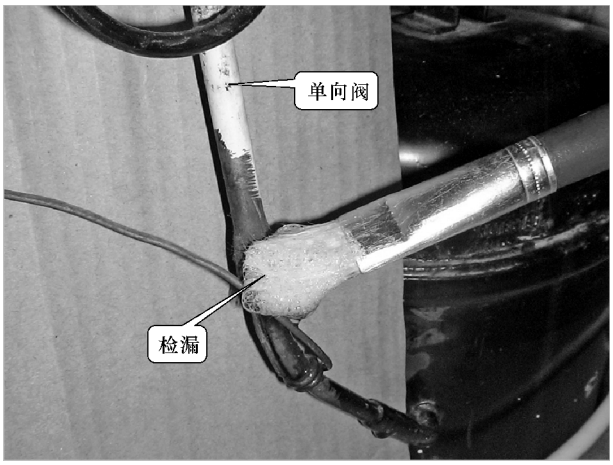


图 6-37　单向阀检漏

度控制器也无反应。

- **检修分析**

海尔 BCD－238 型电冰箱冷藏室不能制冷，但冷冻室工作正常，怀疑冷藏室制冷管路或电磁阀可能出现故障。图 6-38 所示为海尔 BCD－238 型电冰箱整机电路。

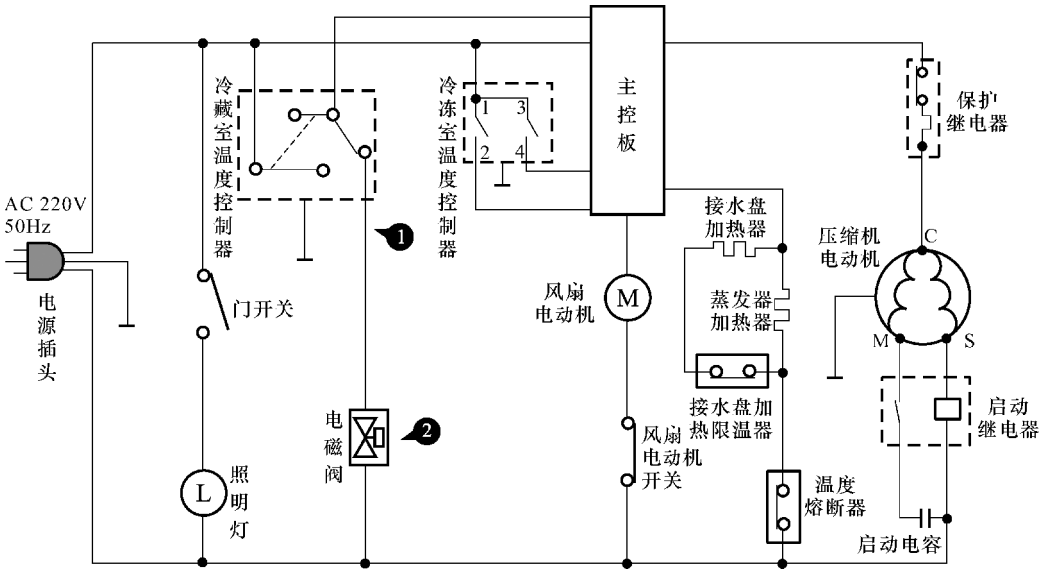


图 6-38　海尔 BCD－238 型电冰箱整机电路

① 电冰箱通电后，交流 220V 电压为电冰箱各部分提供工作电压，电磁阀受冷藏室温度控制器控制，由温度控制器控制电磁阀的供电。对电磁阀的供电电压进行检测，若无供电电压可能是温度控制器出现故障，若供电电压正常则需要检查电磁阀是否正常。

② 电磁阀得电后，控制内部阀芯动作，使制冷剂通过电磁阀进入冷藏室蒸发器中。对电磁阀线圈阻值进行检查，若测得阻值异常，说明电磁阀已损坏，需进行更换。

● **检修方法**

首先，将电冰箱启动，然后将冷藏室温度控制器调至制冷状态（低温），使用万用表检测电磁阀是否有供电电压，如图 6-39 所示，经过检测，可检测到交流 220V 的供电电压，说明电磁阀的基本工作条件满足，此时怀疑电磁阀本身存在故障。

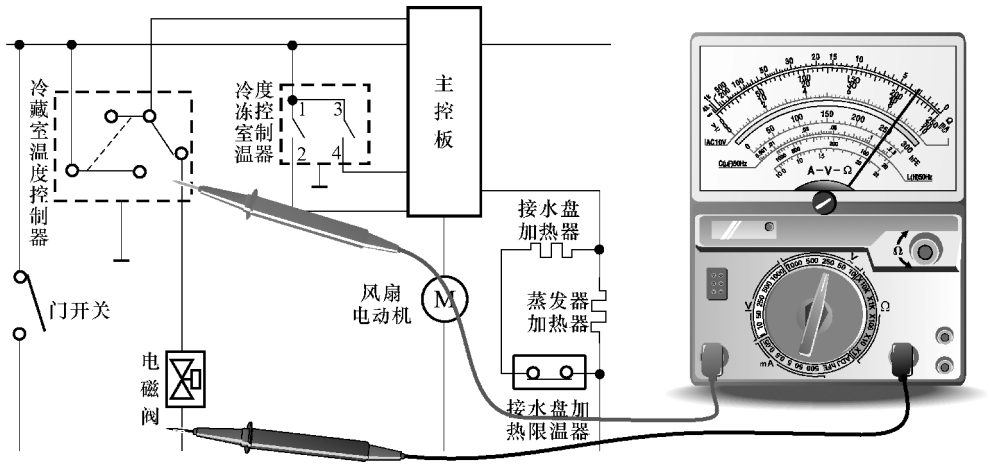


图 6-39　检测电磁阀的供电电压

接下来，断开电冰箱电源，使用万用表检测电磁阀的线圈阻值是否正常，如图 6-40 所示，经过检测该电磁阀线圈阻值为无穷大，说明电磁阀已损坏，需对其进行更换。更换后，开机试运行，故障排除。

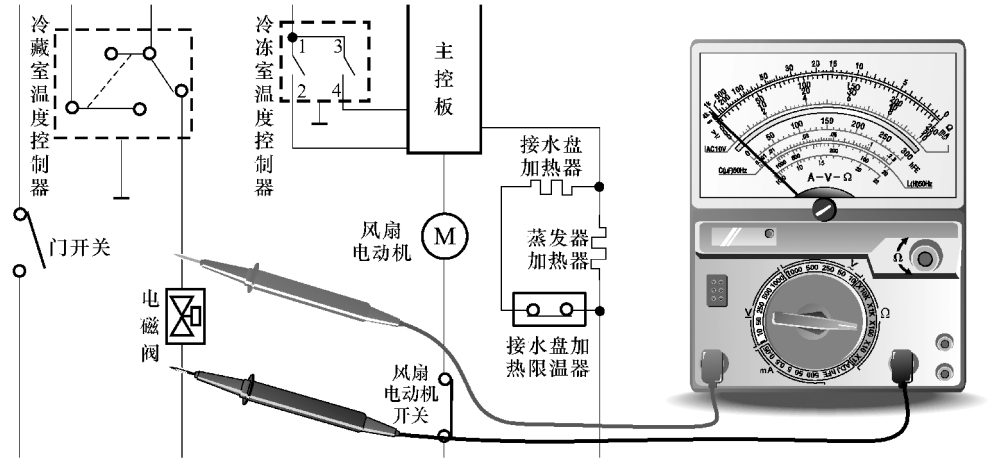


图 6-40　检测电磁阀的线圈阻值

2. 美的 BCD－258B/E 型电冰箱整机不制冷的故障检修实例

● **故障表现**

美的 BCD－258B/E 型电冰箱开机运行后，压缩机工作，但整机不制冷，调整温度后，也无明显改变。

● **检修分析**

美的 BCD－258B/E 型电冰箱不能制冷，但压缩机可以工作，怀疑电冰箱制冷管路或闸

阀组件可能出现故障，经过检查制冷管路中没有结霜现象，怀疑电冰箱的电磁阀可能出现故障。图 6-41 所示为美的 BCD－258B/E 型电冰箱的整机电路。

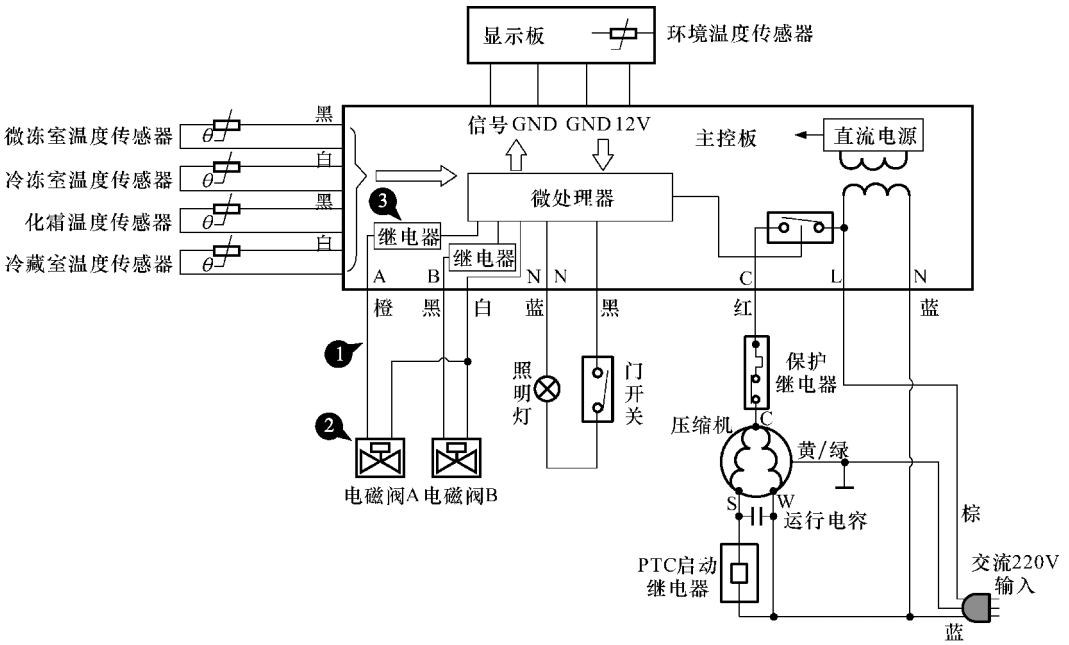


图 6-41　美的 BCD－258B/E 型电冰箱整机电路

① 电冰箱通电后，交流 220V 电压为电冰箱各部分提供工作电压，电磁阀受电路板上的继电器控制，由继电器为电磁阀供电。对电磁阀的供电电压进行检测，若无供电电压可能是继电器出现故障，若供电电压正常则需要检查电磁阀是否正常。

② 继电器受电冰箱微处理器的控制，当继电器线圈得电后，内部触点闭合，将交流 220V 电压送到电磁阀中。对继电器进行检测时，若发现继电器动作不正常，说明继电器可能已损坏，需对其进行更换。

③ 电磁阀得电后，控制内部阀芯动作，使制冷剂通过电磁阀进入冷藏室蒸发器中。对电磁阀线圈阻值进行检查，若测得阻值异常，说明电磁阀已损坏，需进行更换。

- **检修方法**

首先，将电冰箱启动，然后将制冷温度调低，使用万用表检测两个电磁阀是否有供电电压，如图 6-42 所示，经过检测，发现交流 220V 供电电压均正常，此时怀疑两个电磁阀可能存在故障。

接下来，断开电冰箱电源，使用万用表检测两个电磁阀的线圈阻值是否正常，如图6-43 所示，经过检测发现电磁阀 A 线圈阻值为无穷大，而电磁阀 B 阻值正常，说明电磁阀 A 已损坏，需对其进行更换。

将电磁阀 A 更换后，开机试运行，发现电冰箱冷藏室、冷冻室可以制冷，但微冻室依然不能制冷，怀疑电磁阀 B 内部机械零部件可能堵塞或损坏，将电磁阀 B 代换后，发现电冰箱制冷恢复正常，故障排除。

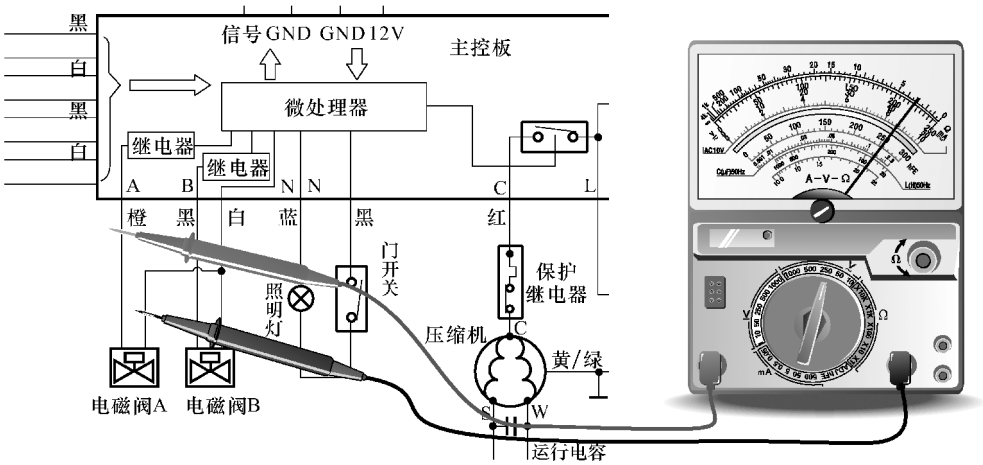


图 6-42　检测电磁阀的供电电压

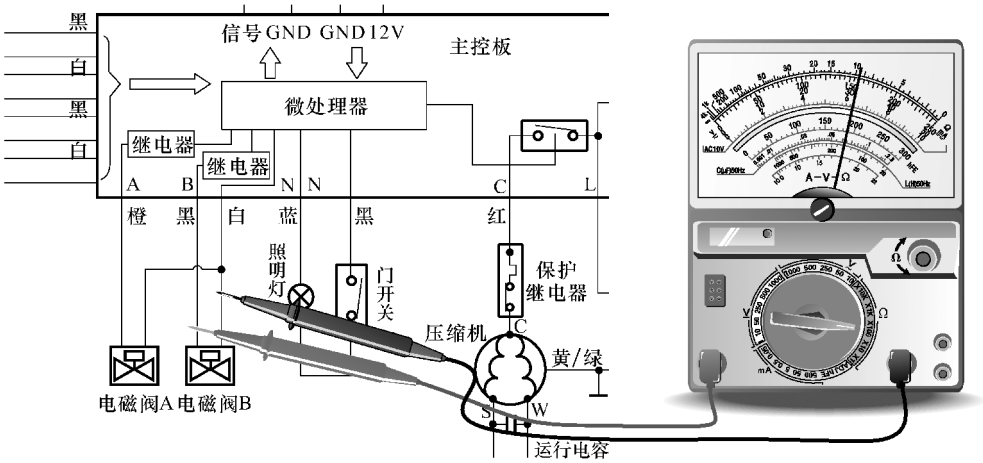


图 6-43　检测电磁阀的线圈阻值

第 7 章　掌握电冰箱热交换组件的检修方法

7.1　电冰箱热交换组件的检修分析

电冰箱的热交换组件主要是指冷凝器和蒸发器，它们是电冰箱制冷系统中重要的组成部分。制冷剂主要通过热交换组件与外界进行热能的交换。

7.1.1　电冰箱热交换组件的结构特点

1. 冷凝器的结构特点

冷凝器是电冰箱的散热部件，通常位于电冰箱的背部，根据设计方式不同，冷凝器可分为外露式和内藏式两种，如图 7-1 所示。

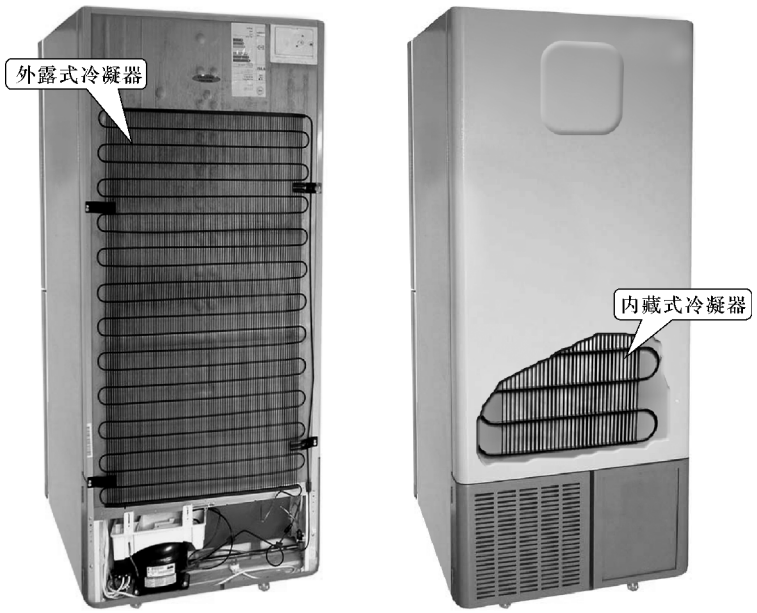


图 7-1　电冰箱的冷凝器种类

（1）外露式冷凝器

外露式冷凝器直接固定在电冰箱背部，通过连接管路与电冰箱的制冷管路连接。外露式冷凝器根据散热方式不同，还可分为钢丝盘管式冷凝器和百叶窗式冷凝器。

① 钢丝盘管式冷凝器

钢丝盘管式冷凝器又叫做丝管式冷凝器，它的蛇形盘管由表面镀铜的薄钢板卷焊而成，在盘管两侧均匀地焊上直径为 1.5 ~ 2mm 的钢丝，利用钢丝散热，如图 7-2 所示。这种冷凝器体积小，重量轻，散热效果好，便于机械化生产。

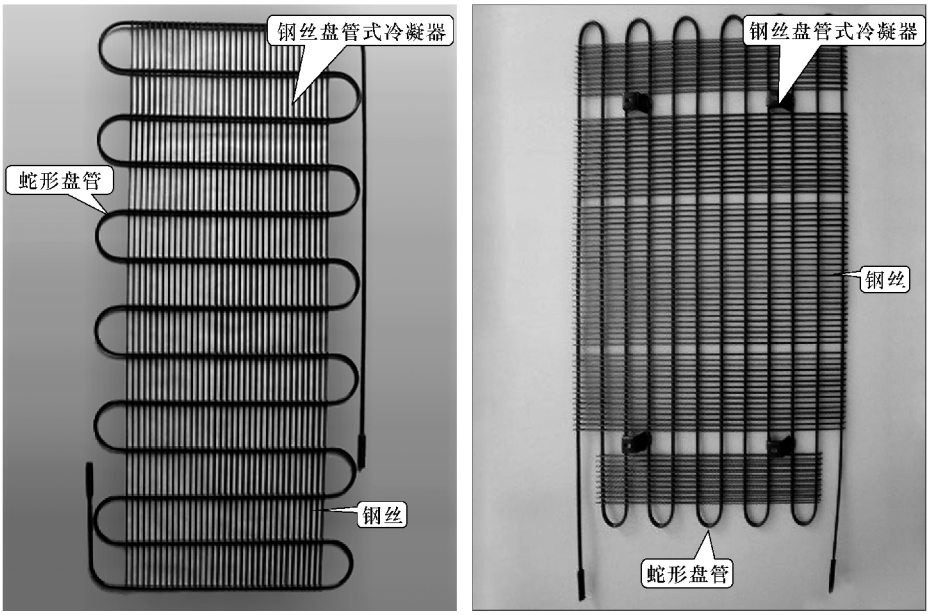


图 7-2　钢丝盘管式冷凝器的结构

② 百叶窗式冷凝器

百叶窗式冷凝器是将盘管紧密嵌接、胀接或点焊在百叶窗状风孔的散热钢板上，如图 7-3 所示。盘管通常采用紫铜管制成，散热钢板采用普通碳素钢板制成。这种冷凝器结构较为简单，但散热效果较差。

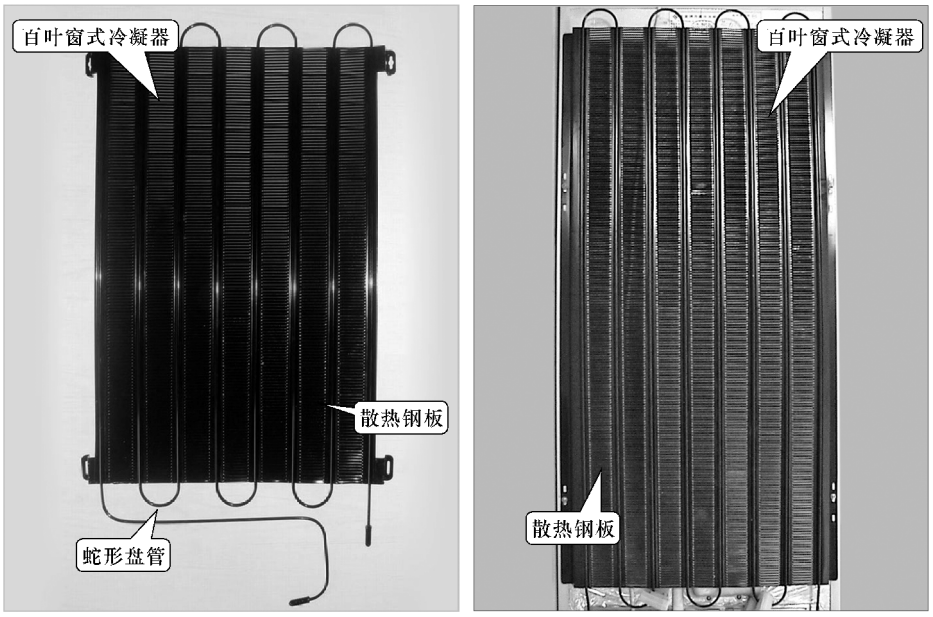


图 7-3　百叶窗式冷凝器的结构

（2）内藏式冷凝器

目前，多数电冰箱都采用内藏式冷凝器，它是用挤压或粘胶铝箔将蛇形盘管贴在电冰箱

箱体的背部或侧面薄钢板的内侧，利用电冰箱箱体外壁向外散热。

内藏式冷凝器具有占用空间小，不易碰损等优点，但这种冷凝器的散热性能不如外露式冷凝器好，并且由于冷凝器位于电冰箱箱体内，对这种冷凝器的检修也比较麻烦。图 7-4 所示为内藏式冷凝器的结构示意图。

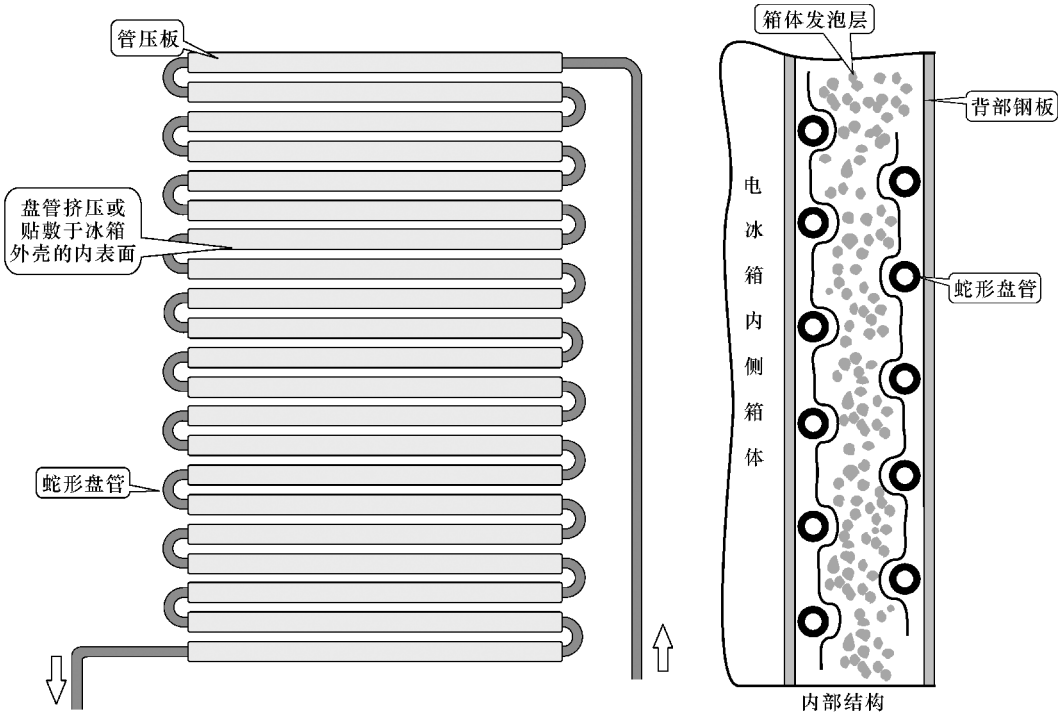


图 7-4　内藏式冷凝器的结构示意图

链接：

在大型电冰箱中多采用风冷式冷凝器，其结构如图 7-5 所示。它是由纯铜管和翅片组成的，纯铜管焊接在翅片里，与翅片一起制成长方体而后安装在箱壁内。这种冷凝器的结构紧凑，散热效率高，散热量大，通常采用强制对流冷却的方式（散热风冷）来提高效率。

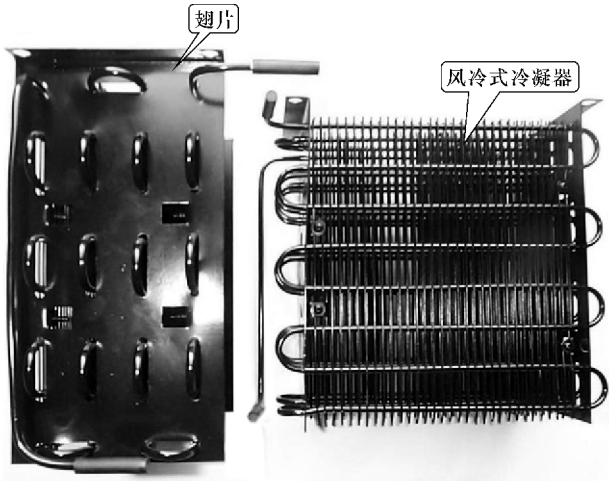


图 7-5　风冷式冷凝器

2. 蒸发器的结构特点

蒸发器与冷凝器的作用正好相反，它通常安装在电冰箱内部。制冷剂在蒸发器内进行气化的过程中，从外界（箱内的空气和食物）吸收热量，这样就使得电冰箱内的温度下降，达到了制冷的效果。图 7-6 所示为电冰箱中常见的蒸发器外形及安装位置。

目前市场上的电冰箱所采用的蒸发器外形有很多样式，其中冷藏室和变温室多采用内藏式蒸发器，而冷冻室则多采用外露式蒸发器。

图 7-6　电冰箱中常见的蒸发器外形

（1）内藏式蒸发器

目前，电冰箱内藏式蒸发器多为板管式结构，如图 7-7 所示，这种蒸发器是将铜管或铝管制成一定形状后，用锡焊或黏接的方法安装在成型的铜板或铝板上制成的。

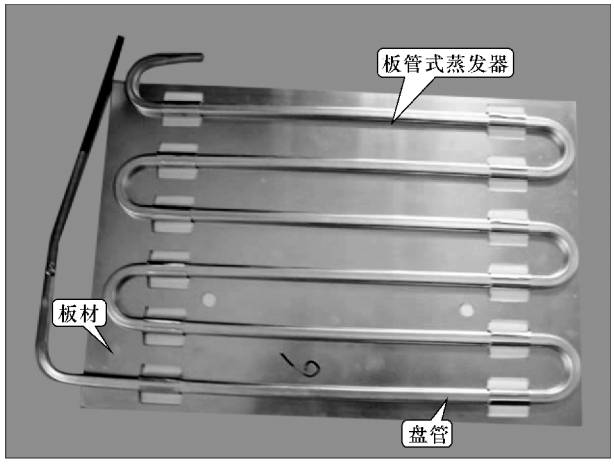


图 7-7　板管式蒸发器

板管式蒸发器的结构简单，加工方便，对原材料和加工设备无太高的要求。但这种蒸发器只能做成单程盘管，且盘管的长度受一定的限制，而且由于盘管与壁板之间会存在一定的距离，这也在一定程度上影响了它的传热效率，同时也会造成蒸发器制冷量不均匀的现象。

链接：

老式电冰箱所采用的蒸发器多为吹胀式蒸发器，它是依靠空气自然循环的一种蒸发器。这种蒸发器是将具有阻焊特性的涂料浇注到事先设计好的蒸发管路模具中，然后与盘好的管路进行强力高压扎焊，使其成为一体，最后再由高压氮气进行充注，将管路吹胀，如图 7-8 所示。

这种蒸发器整个嵌入在冷冻室隔热层中，一旦遇到蒸发器发生泄漏故障时，必须将其整个废除，然后重新嵌入新的蒸发器替代。

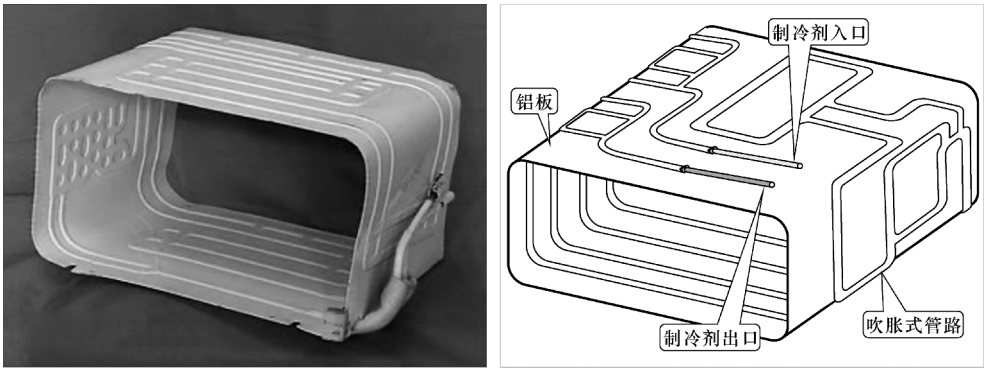


图 7-8　吹胀式蒸发器

（2）外露式蒸发器

外露式蒸发器多应用于冷冻室内，由于冷冻室需要的制冷量多于冷藏室，因此，外露式蒸发器常以外露状态出现。图 7-9 所示为外露式蒸发器的实物外形，从图中可以看出这种蒸发器主要由钢丝和盘管组成。

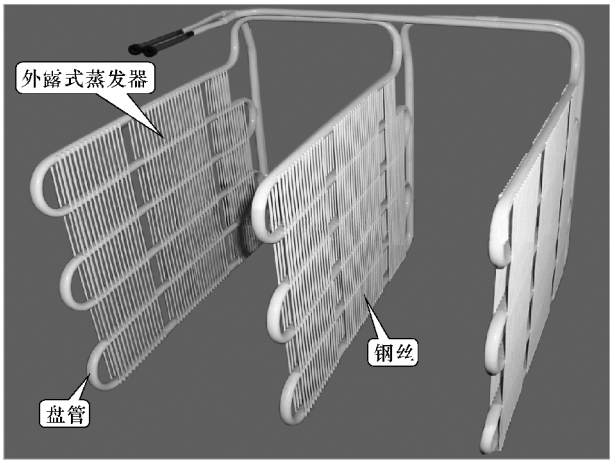


图 7-9　外露式蒸发器的实物外形

图 7-10 所示为外露式蒸发器的结构示意图，它是在制冷盘管的两侧均匀地点焊上钢丝，

其结构与钢丝盘管式冷凝器类似，这种蒸发器多用于大容积抽屉式电冰箱的冷冻室中。

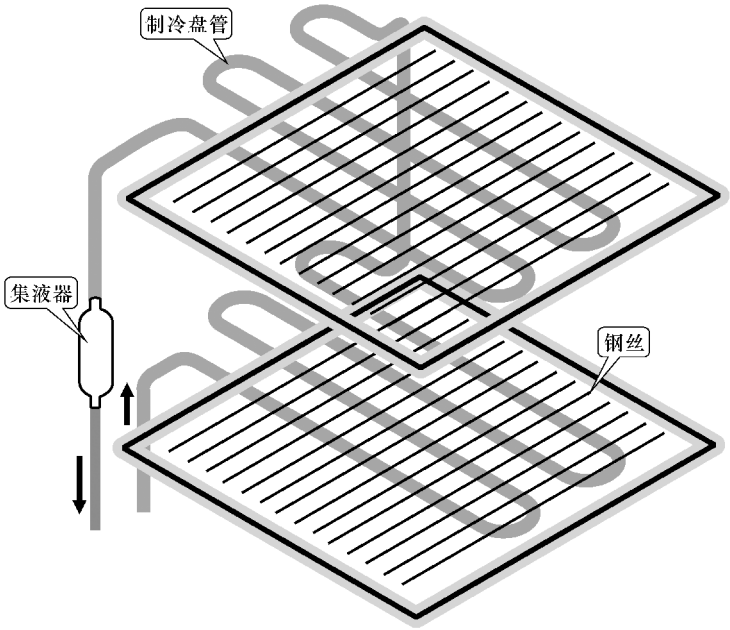


图 7-10　外露式蒸发器的结构示意图

7.1.2　电冰箱热交换组件的检修流程分析

1. 电冰箱热交换组件的工作原理

蒸发器和冷凝器是电冰箱制冷管路中重要的热交换部件。电冰箱的制冷剂在通过冷凝器时，会向室外进行散热，降温后的制冷剂再通过各闸阀组件后，送到蒸发器中。制冷剂在蒸发器中，吸收室内和实物的热量，使电冰箱室内温度降低，达到制冷的目的。图 7-11 所示为电冰箱热交换组件的工作原理。

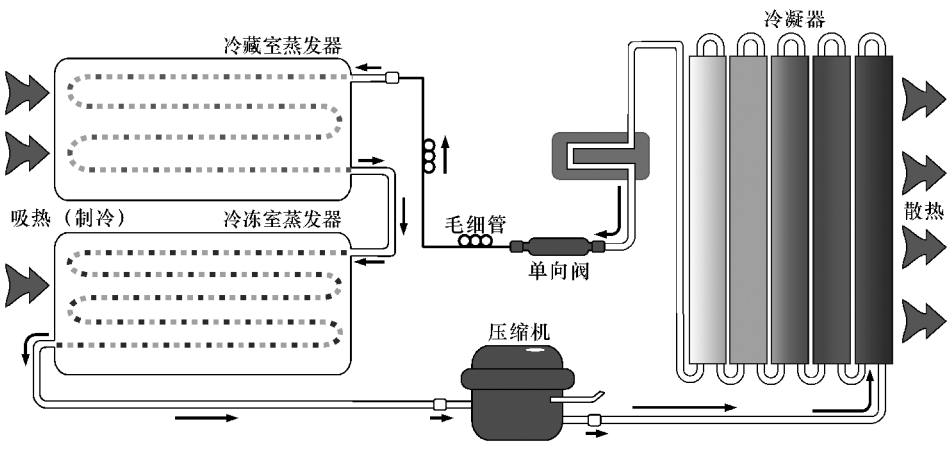


图 7-11　电冰箱热交换组件的工作原理

电冰箱通常利用自然空气对流或强制空气对流两种方式，对电冰箱室内进行制冷。图7-12所示为电冰箱室内的空气循环原理。

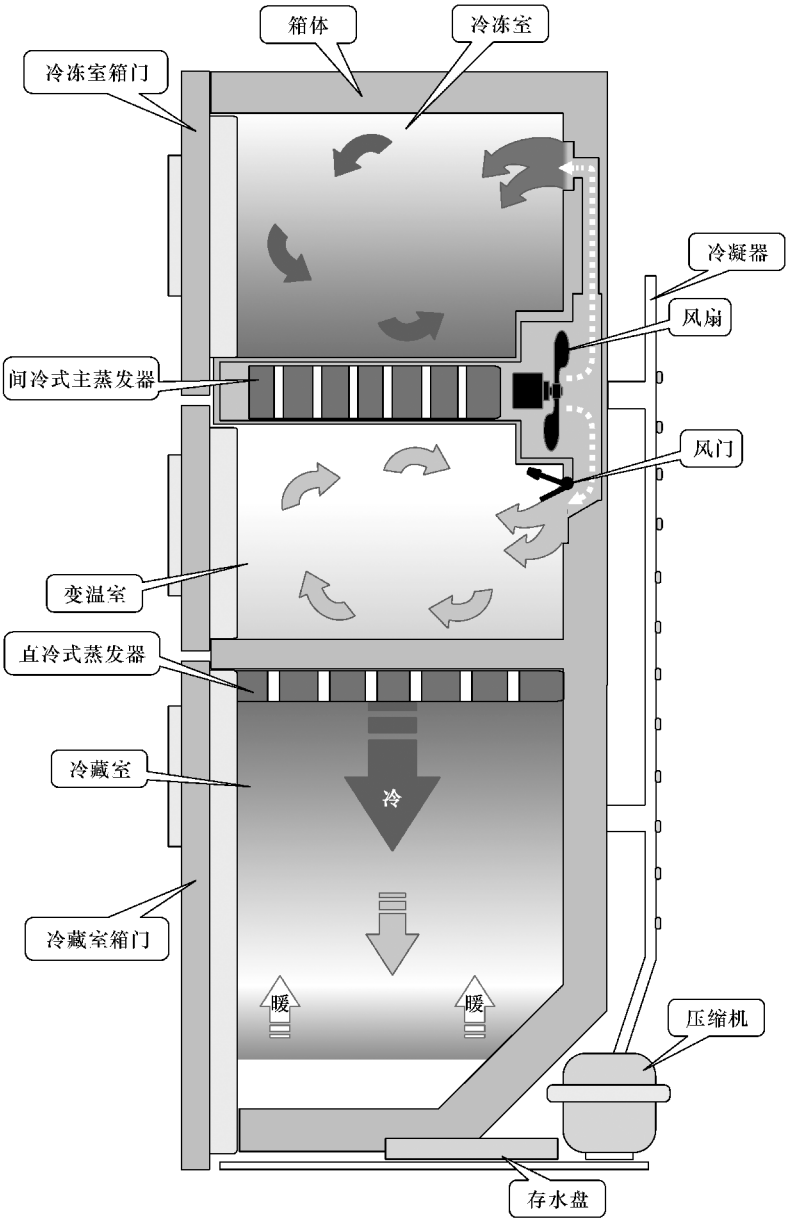


图7-12　电冰箱室内的空气循环原理

在多门电冰箱中，冷藏室一般采用冷气自然对流降温方式（直冷式降温），冷冻室则采用冷气强制对流降温方式（间冷式降温）。从图中可以看出，间冷式降温会将蒸发器集中放置在一个专门的制冷区域内，然后依靠风扇强制吹风的方式使冷气在电冰箱内循环，从而达到制冷的效果。

受重力的影响，低温气体下降，高温气体上浮，直冷式降温便是利用了这一自然气流规

律实现冷气循环。在冷藏室内设有一个蒸发器，通过蒸发器直接吸收食物和箱内空气的热量，达到制冷的目的。

2. 电冰箱热交换组件的检修流程

对电冰箱热交换组件进行检修，应根据热交换组件的工作原理和特点逐步进行检查，从而确定出故障范围，判断故障部位，图 7-13 所示为电冰箱热交换组件的检修流程分析。

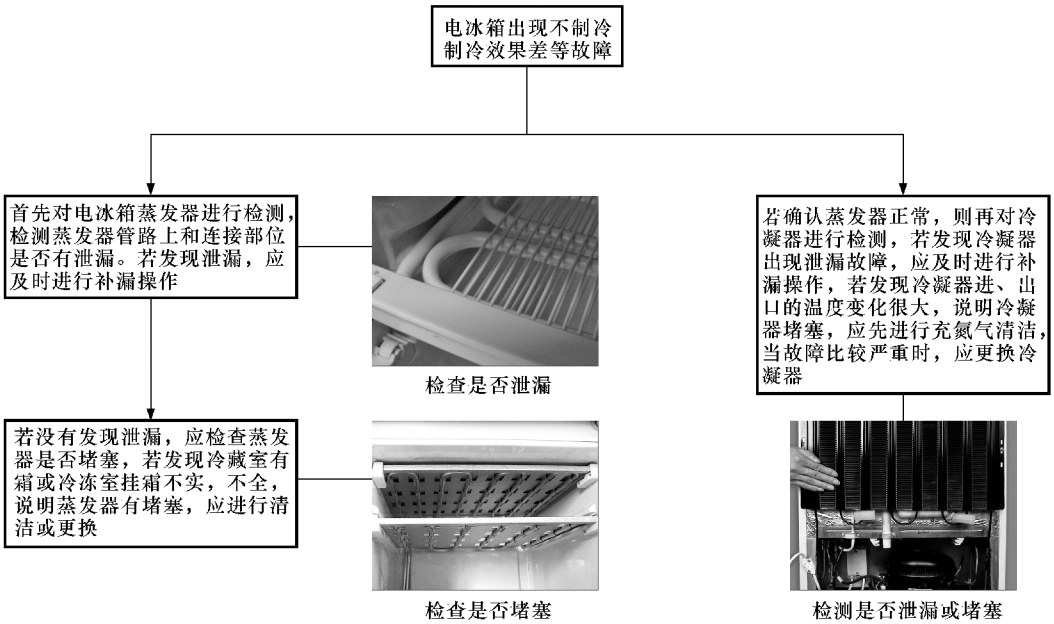


图 7-13　电冰箱热交换组件的检修流程分析

7.2　电冰箱热交换组件的检修方法

7.2.1　检修电冰箱热交换组件的图解演示

对电冰箱热交换组件进行检修时，应根据热交换组件的工作原理和检修流程确定检修方案，逐一对相关部件进行检修。下面以典型电冰箱为例，讲解电冰箱热交换组件的检修方法。

1. 检修蒸发器的图解演示

（1）蒸发器泄漏的检修

对蒸发器进行检查，主要是检查蒸发器是否出现泄漏或堵塞。对于蒸发器泄漏的检查，首先可以查看蒸发器盘管是否有白色腐蚀点或孔洞，如图 7-14 所示。如果制冷盘管上有白色的腐蚀点，则表明可能存在泄漏。

此外，还应检查蒸发器管路的接口部位，如图 7-15 所示。由于蒸发器制冷管路的材料与吸气管的材料不同，两种不同材料的管路焊接在一起，可能会因氧化腐蚀而泄漏。

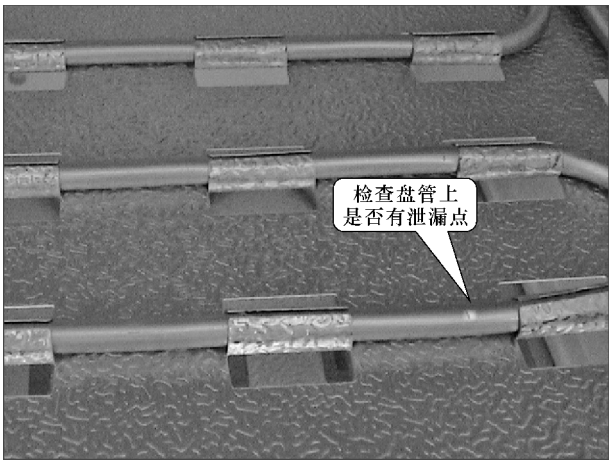


图 7-14　检查蒸发器盘管

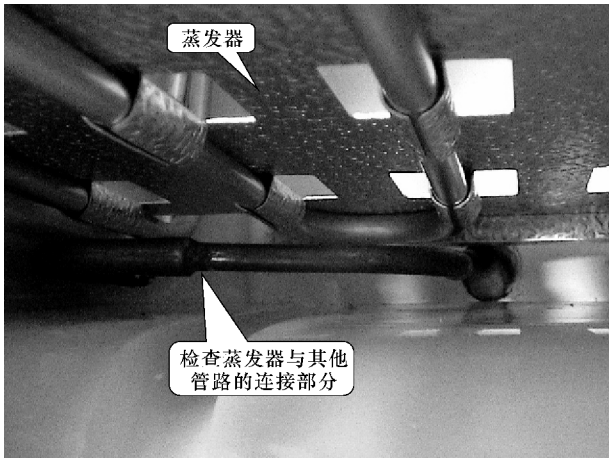


图 7-15　检查接口处

对怀疑泄漏的地方可以采用洗洁精水检漏法，即将调成泡沫状的洗洁精水涂在被怀疑的地方，若有气泡冒出，表明该处泄漏，若无气泡，表明该处密封良好，如图 7-16 所示。

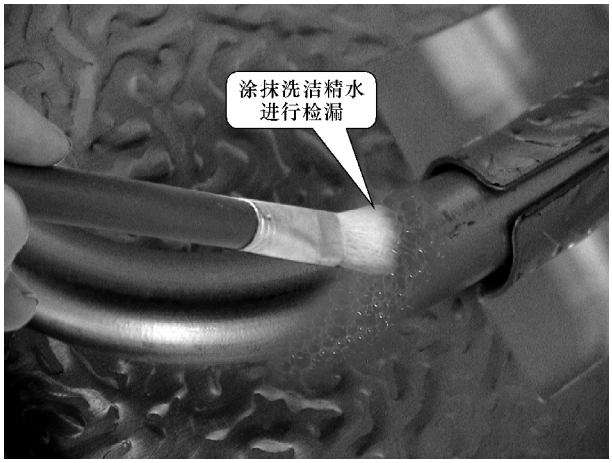


图 7-16　洗洁精水检漏

若发现盘管出现泄漏，就要对泄漏部位进行补漏操作，首先要用细砂纸将蒸发器漏孔周围的氧化层打磨干净，然后用电烙铁在漏孔部位，进行锡焊，直至漏孔被补好，如图 7-17 所示。

图 7-17　补漏操作

使用电烙铁补焊的方法适用于直径在 0.1 ~0.5mm 的漏孔，如果漏孔过大，可采用气焊补焊的方法。补焊时最好使用铜银焊条，并且焊接动作要快，以免在制冷系统中产生过多的氧化物而造成新的堵塞故障。若管路泄漏比较严重，最好更换新的蒸发器。

（2）蒸发器堵塞的检修

在制冷过程中，若压缩机性能不好，可能会使冷冻机油残留在蒸发器内，使蒸发器出现堵塞，严重影响电冰箱的制冷性能。

判断蒸发器是否堵塞，一般可从蒸发器挂霜的情况来进行判别，如图 7-18 所示。若电冰箱冷冻室蒸发器上挂霜不实，不全，且并未发现其他故障，则可判断是蒸发器内部出现堵塞。出现这种情况，需要对蒸发器充注氮气，对管路进行清洁。

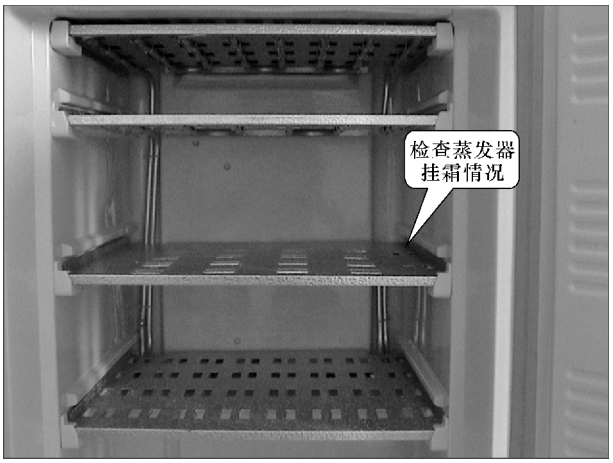


图 7-18　检查蒸发器挂霜的情况

若蒸发器堵塞故障较严重时，则需对蒸发器进行更换。首先将电冰箱背部蒸发器连接端口处的保护盖卸下，如图 7-19 所示。取下保护盖后，再将隔热泡沫取出。

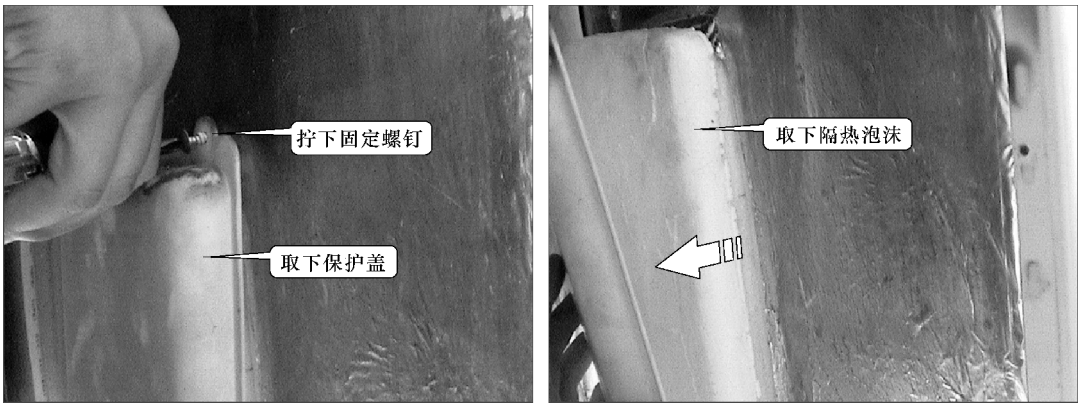


图 7-19　卸下蒸发器保护盖

将隔热泡沫清除干净后，即可看到蒸发器的管路连接端口，如图 7-20 所示。这时使用气焊设备将管路连接部位焊开。

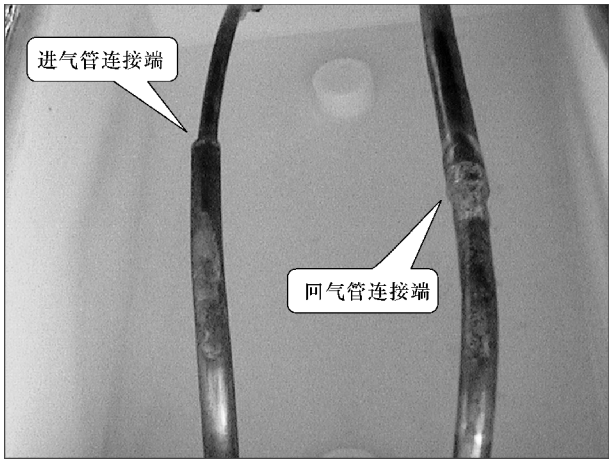


图 7-20　蒸发器的管路连接端口

然后，将固定蒸发器的固定卡扣用螺丝刀撬开并取下，如图 7-21 所示。拆卸时要小心，以免损坏电冰箱箱体。

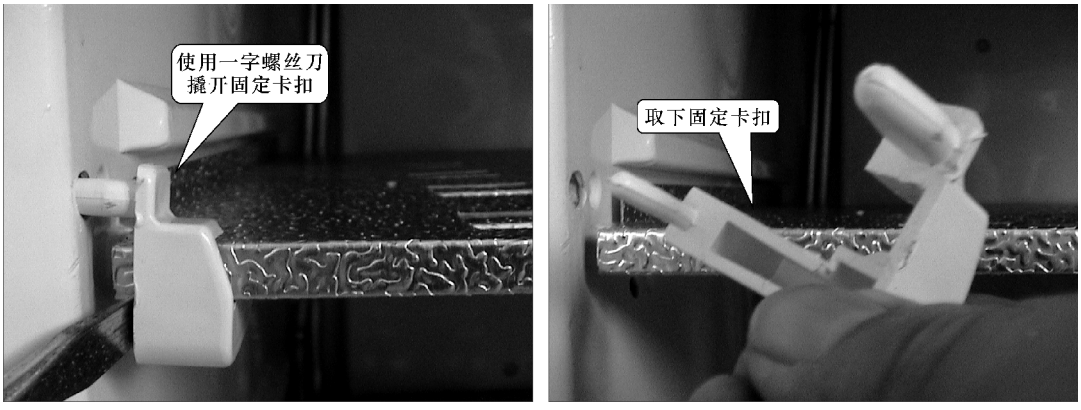


图 7-21　卸下蒸发器两侧的固定卡扣

将蒸发器从电冰箱冷冻室内取出后，便可进一步进行检测或更换。更换新的蒸发器时要

注意蒸发器的规格大小和盘管长度要与原蒸发器相一致。在安装时要小心，以免人为因素造成蒸发器管路的弯曲或损坏。

2. 检修冷凝器的图解演示

在电冰箱使用过程中，电冰箱位置放置不当、周围环境温度过高等情况，都会使冷凝器的传热性能受到影响。另外，长时间不清洁冷凝器，使冷凝器上堆积灰尘过多，电冰箱的制冷性能也会受到很大的影响。

（1）冷凝器泄漏的检修

冷凝器的故障主要是表现为泄漏或阻塞，通常，冷凝器的管口焊接处是最容易出现泄漏问题，如图 7-22 所示，用毛刷蘸取洗洁精水在冷凝器管口处进行涂抹，查看是否有气泡产生，如果有气泡，则证明该处存在泄漏故障。

图 7-22　检查冷凝器是否泄漏

如果泄漏的孔洞较小，可先使用砂纸将漏孔周围打磨干净后，用 AB 双管胶或锡焊进行补漏。如果孔洞较大，应使用气焊设备进行补漏操作，如图 7-23 所示。

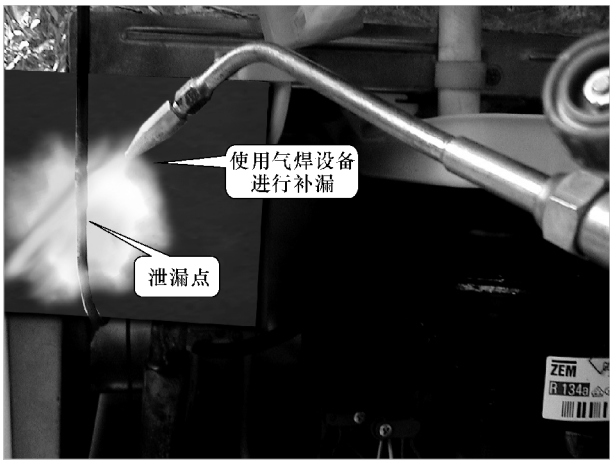


图 7-23　焊卸冷凝器泄漏管路

（2）冷凝器堵塞的检修

若冷凝器出现堵塞的故障，通常会采用充注氮气的方式进行清洁，若堵塞的情况比较严重，则需要对冷凝器进行代换。对于外露式冷凝器，可使用气焊设备将冷凝器的连接部位焊开，然后使用相同规格大小的冷凝器进行代换，再将新冷凝器和制冷管路焊接在一起，如图 7-24 所示。

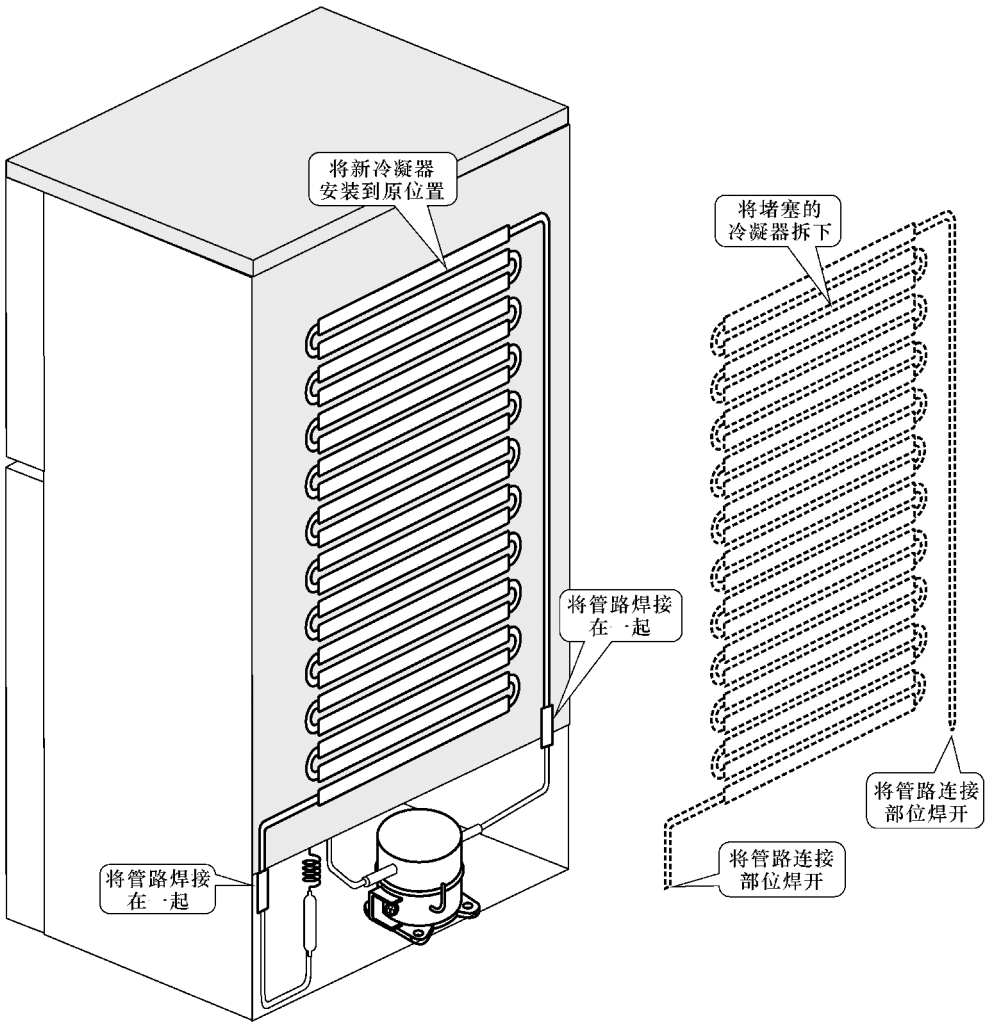


图 7-24　泄漏管路的修复

焊接完成后，更换新的干燥过滤器，然后进行氮气检漏，确保制冷管路焊接良好，无泄漏后，再进行抽真空、充注制冷剂等操作。

提示：

如果电冰箱采用的是内藏式冷凝器，当出现堵塞故障时，很难进行检修或代换，通常会采用的措施是将原先的内藏式冷凝器废弃，在该电冰箱背部另外安装一个新的外露式冷凝器，如图 7-25 所示。

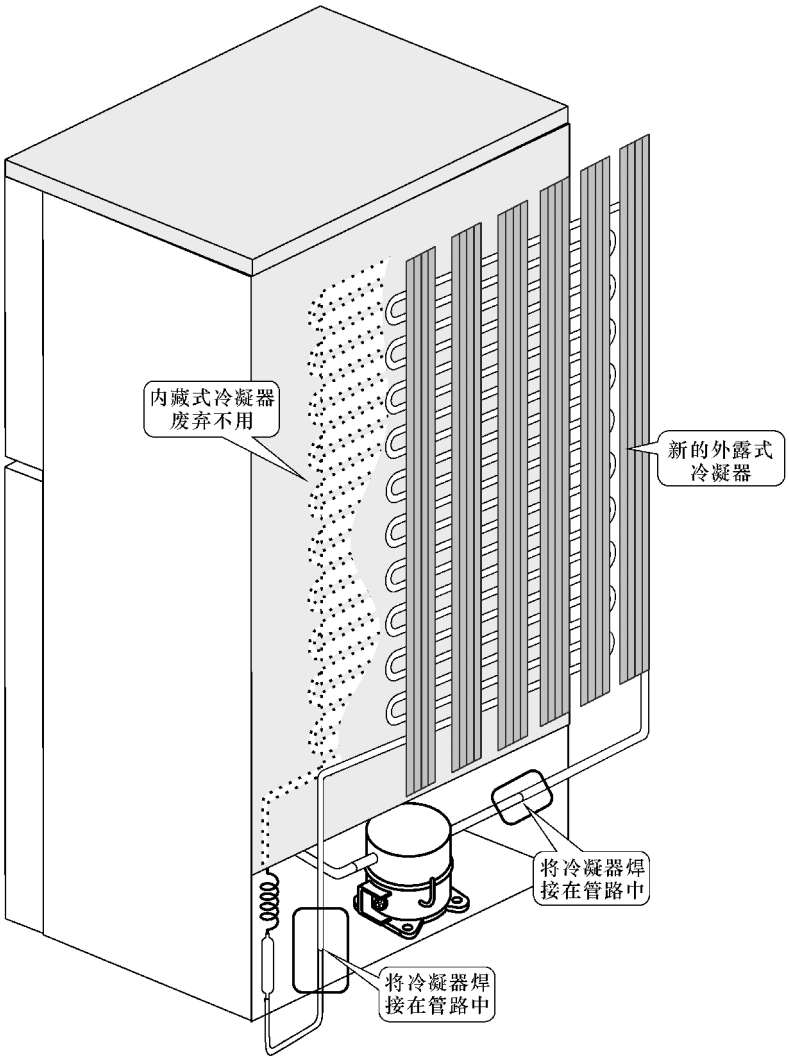


图 7-25　外露式冷凝器替换内藏式冷凝器

7.2.2　检修电冰箱热交换组件的检修案例训练

当电冰箱热交换组件出现故障时，应根据其功能特点和工作原理进行检修分析，再按照基本检修方法，对可能发生故障的主要器件进行检修。下面就以电冰箱热交换组件的典型故障为例，讲解电冰箱热交换组件的故障检修实例。

- **故障表现**

海尔 BCD－212 型电冰箱开机运行，发现电冰箱制冷缓慢，长时间达不到制冷温度并且压缩机出现沉闷的过载声。

- **检修分析**

海尔 BCD－212 型电冰箱制冷异常，压缩机有沉闷的过载声，怀疑电冰箱的制冷管路有堵塞。首先初步检查电冰箱背部压缩机附近裸露的管路及管路相关部件，发现均无异常，怀

疑可能是埋入电冰箱箱体内的冷凝器或蒸发器损坏。将电冰箱背部钢板和隔热泡沫拆开后，可看到内部的蒸发器和冷凝器，如图 7-26 所示为海尔 BCD－212 型电冰箱背部拆卸图。经过检查，发现蒸发器无泄漏，怀疑冷凝器可能出现故障。

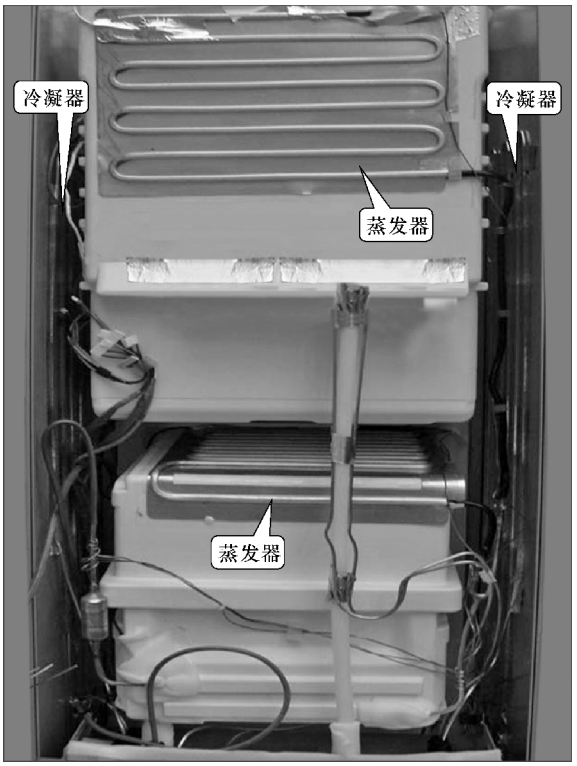


图 7-26　海尔 BCD－212 型电冰箱背部拆卸图

• 检修方法

首先对冷凝器充注氮气进行清洁，发现故障依然存在，怀疑堵塞情况比较严重，需要将原冷凝器废弃，安装新的冷凝器。

更换冷凝器时，选择代换的冷凝器应与电冰箱背部大小尺寸相适合。将选择好的冷凝器与电冰箱的背部对齐，放置冷凝器的过程中，要注意进气管、出气管的连接位置，如图7-27所示。

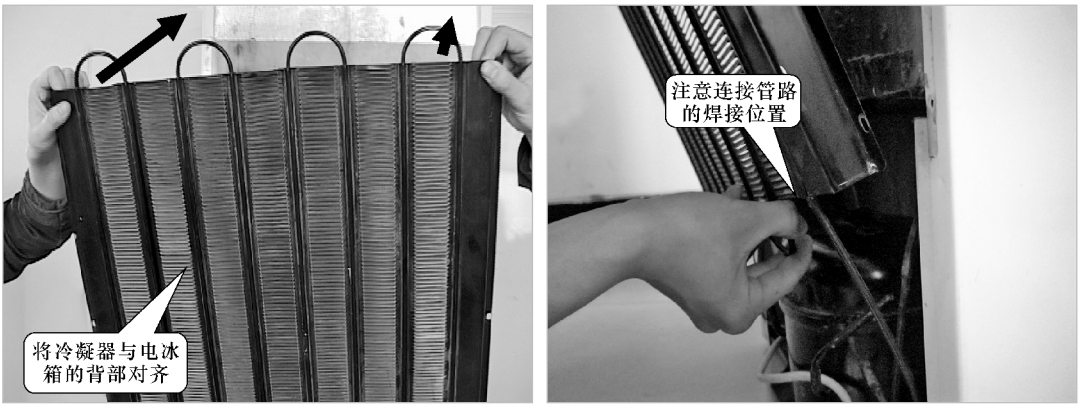


图 7-27　放置冷凝器

冷凝器的位置放好后，使用钳子或扳手等工具将固定螺钉或螺栓固定在电冰箱的背部，如图 7-28 所示。

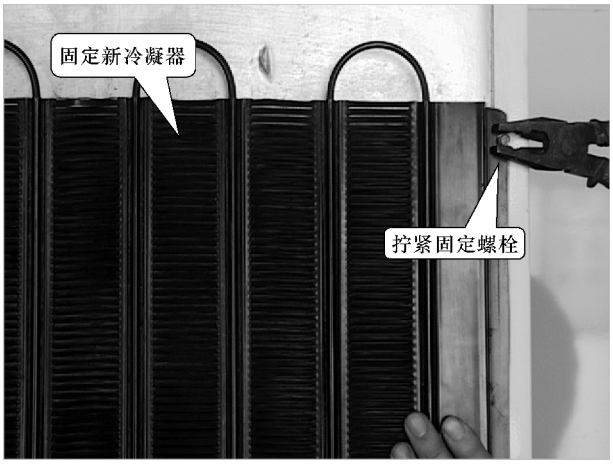


图 7-28　将固定螺钉或螺栓固定

使用气焊设备将新冷凝器与压缩机排气管进行焊接，如图 7-29 所示。

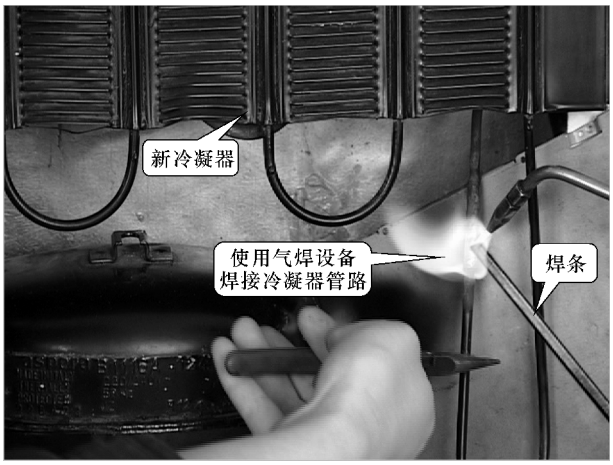


图 7-29　焊接冷凝器的回气管

焊接完成后，先更换新的干燥过滤器，然后迅速将新冷凝器与新干燥过滤器进行焊接，如图 7-30 所示。

将毛细管与新干燥过滤器进行焊接后，冷凝器的替换就完成了。接着使用氮气对电冰箱制冷管路进行检漏操作，确认管路无泄漏，然后进行抽真空、充注制冷剂操作。最后开机试运行，电冰箱制冷正常，故障排除。

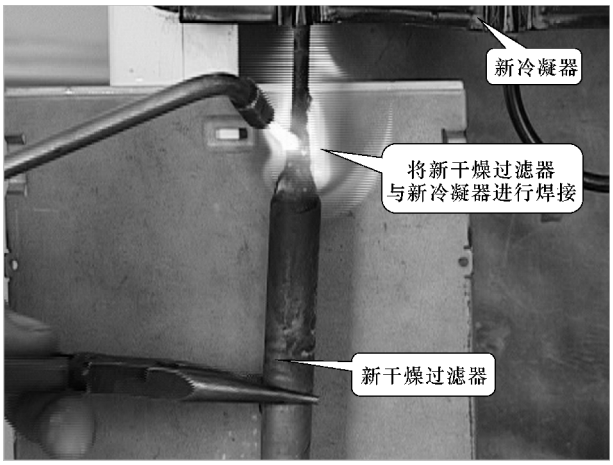


图 7-30　更换新的干燥过滤器

第 8 章　掌握电冰箱电路部分的检修方法

8.1　掌握电冰箱电源电路的检修方法

8.1.1　电冰箱电源电路的检修分析

1. 电冰箱电源电路的结构特点

电冰箱的电源电路主要用来为电冰箱各单元电路部分和各部件提供工作电压，电冰箱的电源电路与市电 220V 输入电压连接，通过接线端子为电冰箱的电路进行供电，如图 8-1 所示为三星 BCD－226 型电冰箱的电源电路实物外形。

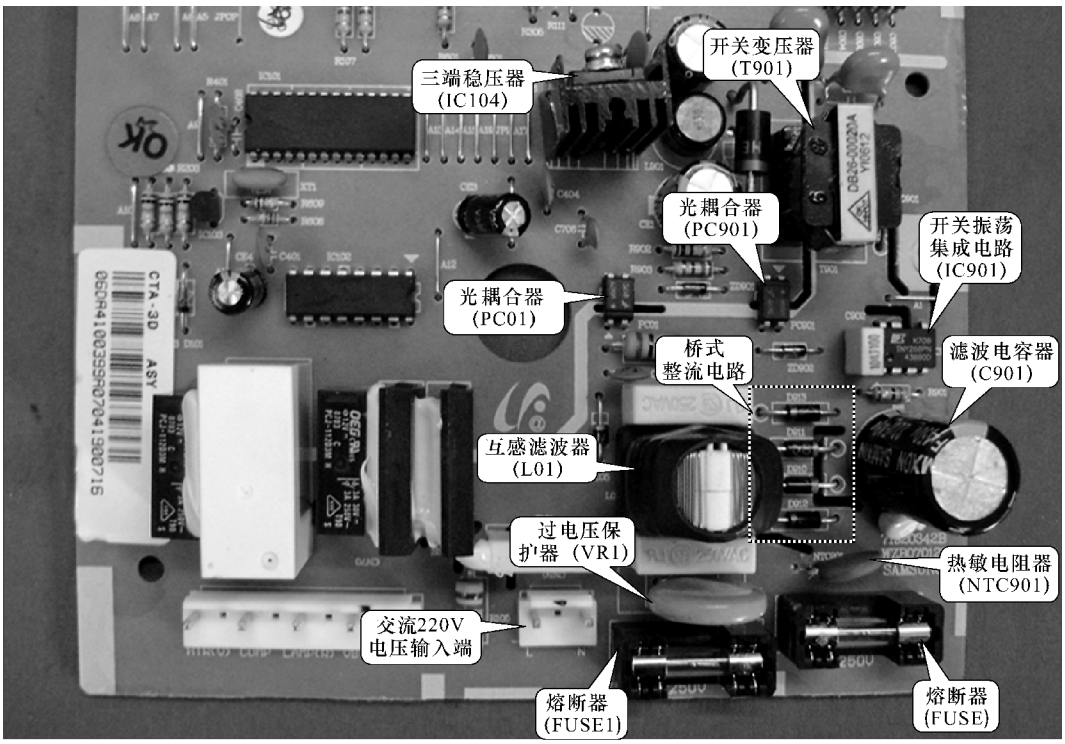


图 8-1　三星 BCD－226 型电冰箱的电源电路实物外形

从图中可以看出，电源电路主要由熔断器（FUSE1、FUSE）、热敏电阻器（NTC901）、过电压保护器（VR1）、互感滤波器（L01）、桥式整流电路（D910、D911、D912、D913）、滤波电容器（C901）、开关振荡集成电路（IC901）、开关变压器（T901）、光耦合器（PC901、PC01）、三端稳压器（IC104）等元器件组成。

图 8-2 是电冰箱交流输入电路部分，它是由熔断器、热敏电阻、滤波电容和互感滤波器

等部分构成的，其功能是滤除交流电网中的干扰和杂波。

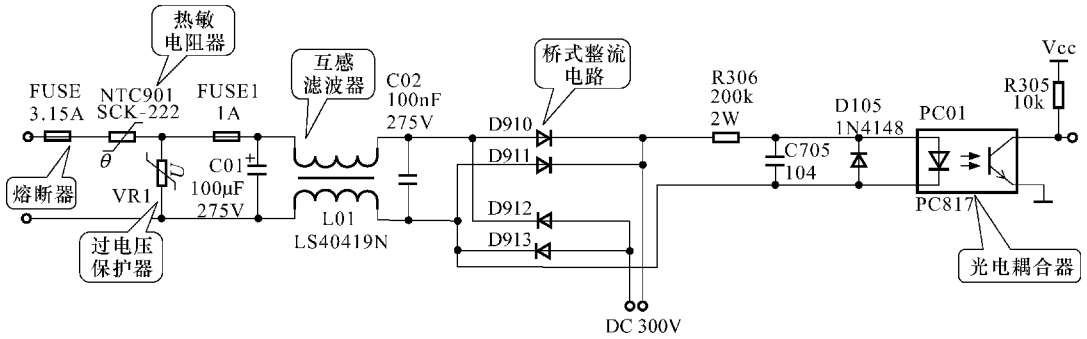


图 8-2　电冰箱交流输入电路部分

图 8-3 是电冰箱开关电源的电路图，它主要是由开关振荡集成电路、开关变压器、光电耦合器和整流滤波电路等部分组成的。

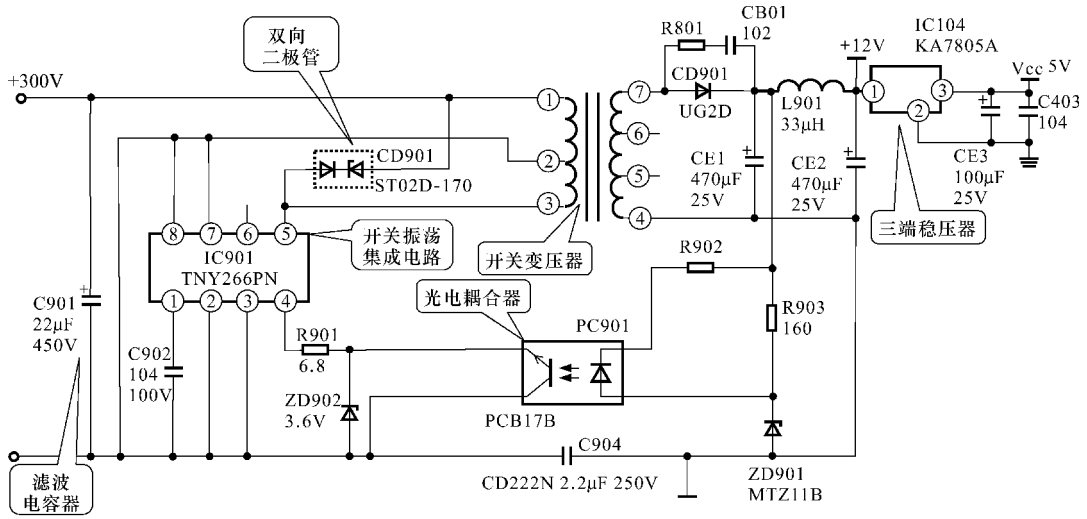


图 8-3　电冰箱开关电源的电路图

（1）熔断器

如图 8-4 所示为熔断器（FUSE1、FUSE）的实物外形及电路符号。熔断器（F701）通常安装在交流 220V 输入端附近，主要起到保证电路安全运行的作用。当电冰箱的电路发生故障或异常时，电流会不断升高，而升高的电流可能损坏电路中的某些元器件，甚至可能烧毁电路。这时熔断器会在电流异常升高到一定的强度时，自身熔断切断电路，从而起到保护电路安全的作用。

在电冰箱的电路中，熔断器的形状一般为圆柱形玻璃管。在电路图中，熔断器通常用字母“FU”表示，图 8-4 中熔断器的字母符号为“F701”。

（2）热敏电阻器

如图 8-5 所示为热敏电阻器（NTC901）的实物外形及电路符号。热敏电阻器（NTC901）在电路中起抗冲击作用。通常，电冰箱开机时，220V 交流电压经熔断器、热敏

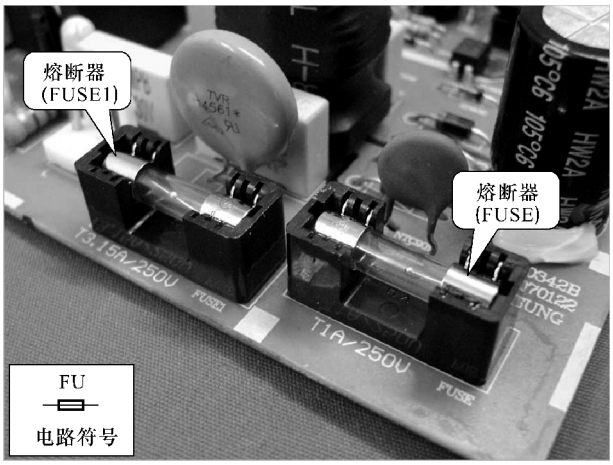


图 8-4　熔断器（FUSE1、FUSE）的实物外形及电路符号

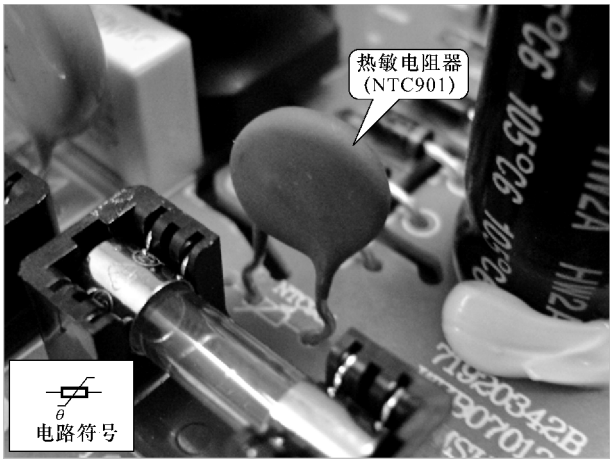


图 8-5　热敏电阻器（NTC901）的实物外形及电路符号

电阻为电冰箱供电、桥式整流堆后为电容器进行充电，根据电容器的特点，其瞬间充电电流为最大，从而可能产生浪涌电流，对前级电路中的桥式整流堆、熔断器等带来冲击，造成损坏。为了防止电源对电路的冲击，通常在熔断器之后加入热敏电阻进行限流。

提示：

一般其热敏电阻器的电阻值越大时，则限流效果好，但是电阻消耗的电能也越大，开关电源启动后，限流电阻已没有作用，反而浪费电力。为了达到较好限流效果而又省电，在开关电源经常采用负温度热敏电阻作限流使用。

负温度系数热敏电阻（NTC）的特性：温度越高，电阻越小。常温时，电阻一般是 8 ~ 10Ω，比较大，开机时，就起到较好的限流作用，电源启动后，工作电流经过热敏电阻，使其发热，热敏电阻阻值大幅下降（约 1 ~ 2Ω），使热敏电阻在电源启动后，电力消耗降到最低。

正温度系数热敏电阻（PTC）特性为：温度越高，电阻越大，通常在电冰箱的压缩机启动电路中。

（3）过电压保护器

如图 8-6 所示为过电压保护器（VR1）的实物外形及背部引脚。过电压保护器也称压敏电阻器。当电冰箱电路中的电压达到或者超过过电压保护器的电压时，过电压保护器的阻值会降低，使电路中的电流升高，这样就会使熔断器迅速熔断，切断电源起到保护电路的作用。

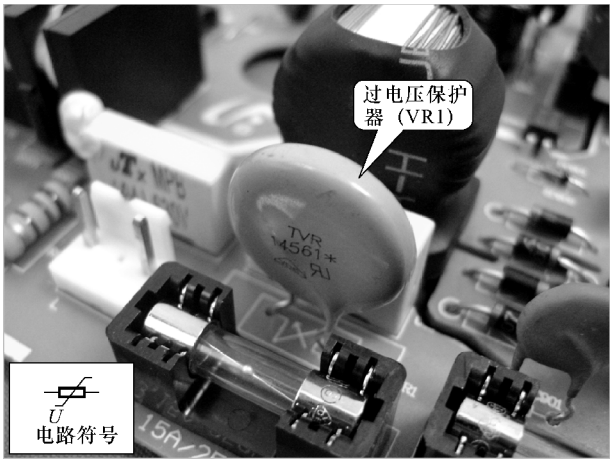


图 8-6　过电压保护器（VR1）的实物外形及背部引脚

（4）互感滤波器

如图 8-7 所示为互感滤波器（L01）的实物外形及其背部引脚。互感滤波器由两组线圈对称绕制而成，其作用是通过互感作用消除外电路的干扰脉冲进入电冰箱，同时使电冰箱的脉冲信号不会向电网辐射干扰，在电路中，互感滤波器通常用字母“L”表示。

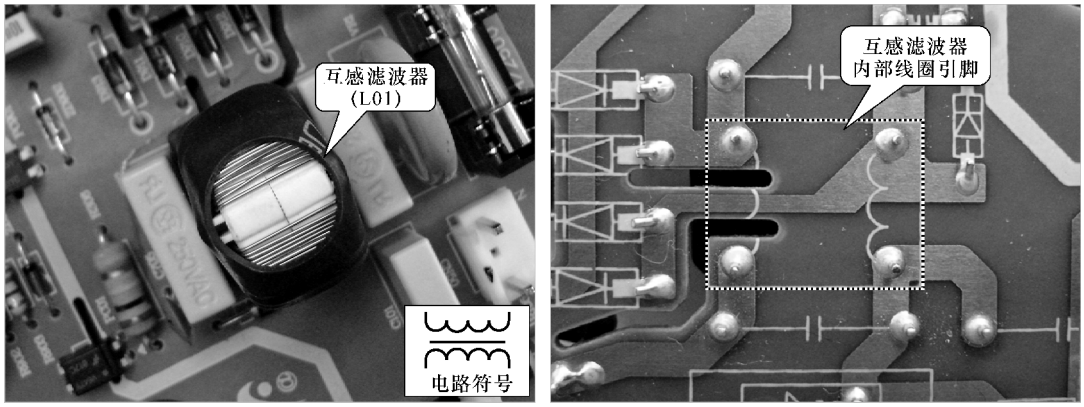


图 8-7　互感滤波器（L01）的实物外形及其背部引脚

（5）桥式整流电路

如图 8-8 所示为桥式整流电路（D910、D911、D912、D913）的实物外形。桥式整流电路主要将交流 220V 电压整流为直流 +300V 电压输出，它由 4 个整流二极管组成。在某些电冰箱中，会采用桥式整流堆作为整流器件，它将 4 个整流二极管集成在一起，外部具有 4 个

引脚，其中两个引脚输入交流电压，另两个输出直流电压。

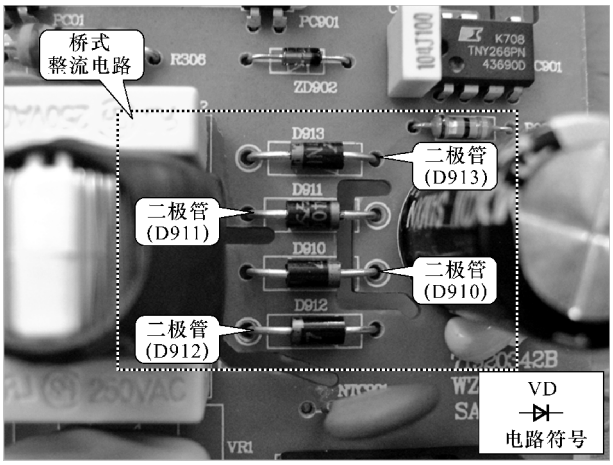


图 8-8　桥式整流电路（D910、D911、D912、D913）

（6）滤波电容器

如图 8-9 所示为滤波电容器（C901）的实物外形及背部引脚。该电解电容主要用于对桥式整流堆送来的 300V 直流电压进行滤波，从而将输出的电压变为稳定的直流电压。在电冰箱电源电路中该元件是最容易识别的元件之一，通常它是电路中最大的电容器。在电容器的外壳上通常标有负极性标识，方便确认引脚极性。

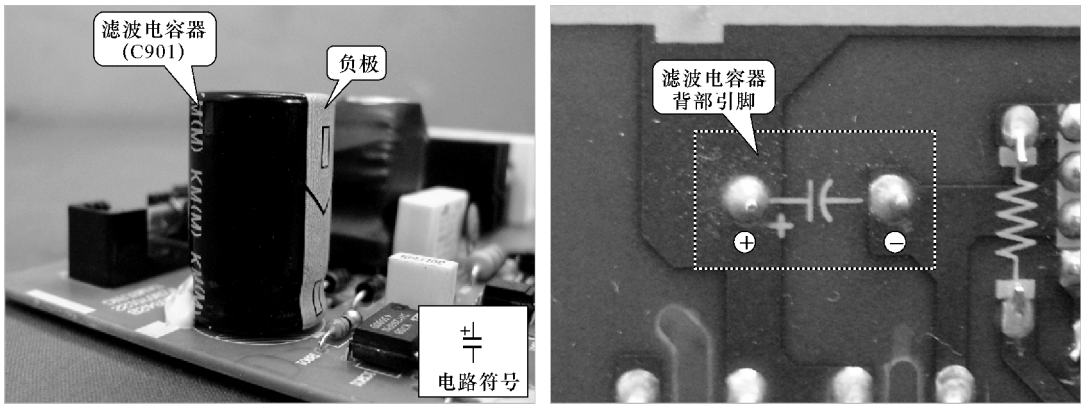


图 8-9　滤波电容器（C901）的实物外形及背部引脚

（7）双向二极管

如图 8-10 所示为双向二极管（CD901）的实物外形和电路符号，在该电冰箱的开关变压器的一次绕组中，用于吸收开关振荡电路中产生的反峰脉冲，以便保护开关振荡集成电路。

（8）开关振荡集成电路

如图 8-11 所示为开关振荡集成电路（IC901）的实物外形。开关振荡和控制电路集成在其中。工作时，为开关变压器提供驱动脉冲。

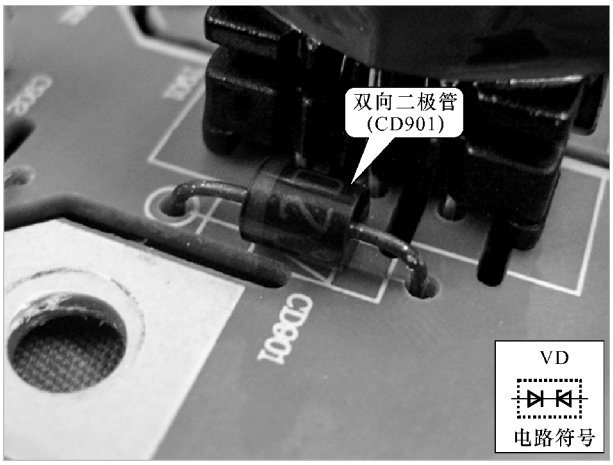


图 8-10　双向二极管（CD901）的实物外形和电路符号

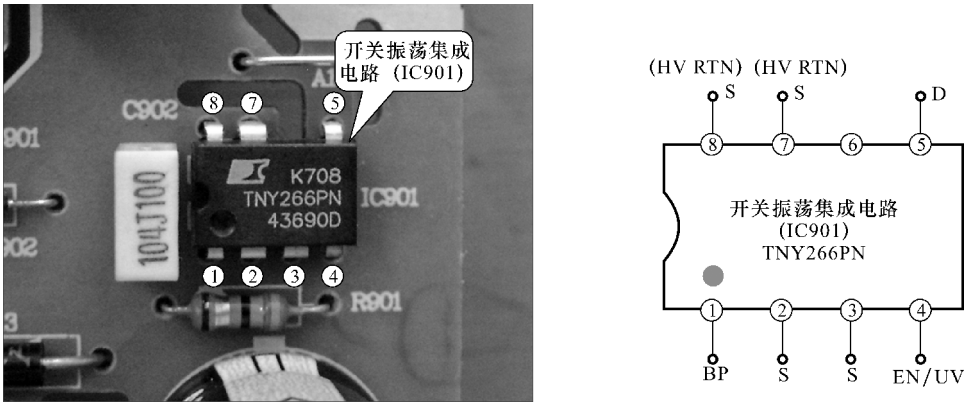


图 8-11　开关振荡集成电路（IC901）的实物外形

（9）开关变压器

如图 8-12 所示为开关变压器（T901）的实物外形和背部引脚焊点，它是一种脉冲变压器，其工作频率较高（1 ~ 50kHz），脉冲变压器的一次绕组与开关晶体管构成振荡电路，二次与一次绕组隔离，主要的功能是将高频高压脉冲变成多组高频低压脉冲。

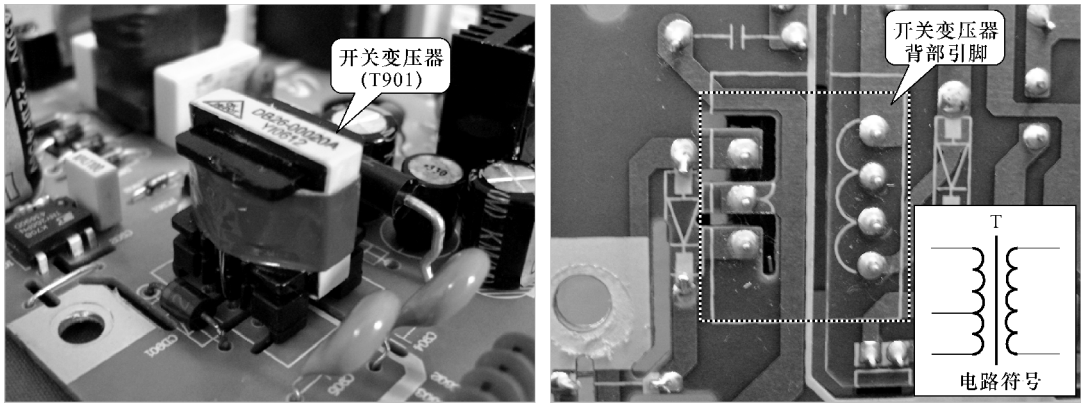


图 8-12　开关变压器的实物外形和背部引脚焊点

开关变压器是开关电源电路中具有明显特征的器件，它的一次侧是开关振荡电路的一部分，二次侧输出的脉冲信号经整流滤波后变成多组直流输出，为电冰箱各单元电路及元器件提供工作电压。根据电冰箱的品牌或型号的不同，其开关变压器的结构和型号也有所不同。

（10）光电耦合器

如图 8-13 所示为光电耦合器（PC901、PC01）的实物外形。光电耦合器的主要作用是将电冰箱开关电源输出电压的误差反馈到开关集成电路中进行稳压控制，由电路符号可知，光电耦合器是由一个光敏晶体管和一个发光二极管构成的。

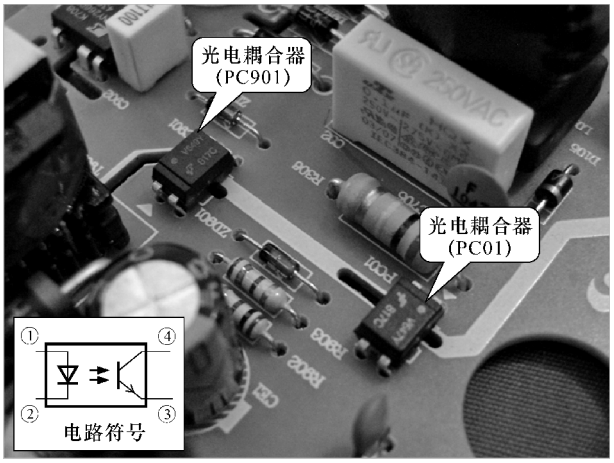


图 8-13　光电耦合器（PC901、PC01）的实物外形

（11）三端稳压器

如图 8-14 所示为三端稳压器（IC104）的实物外形及电路符号。三端稳压器是一种具有三个引脚的直流稳压集成电路，不同型号的三端稳压器稳压值不同。

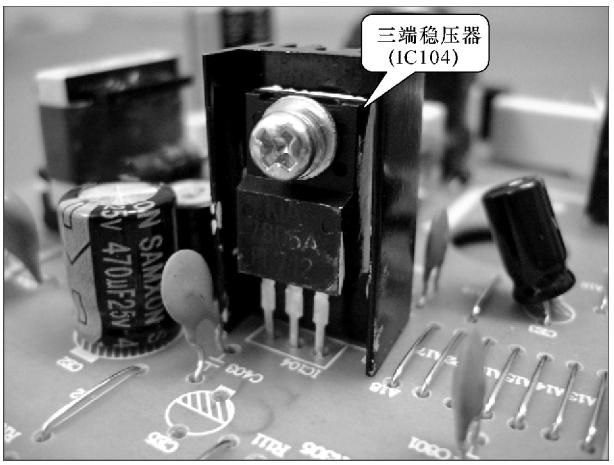


图 8-14　三端稳压器（IC104）的实物外形及电路符号

2. 电冰箱直流电源电路的检修流程

若电冰箱电源电路出现故障，则可能会出现不开机、整机控制功能失常或无法运转等故

障现象，对于电冰箱电源电路进行检修时，应首先了解其电冰箱电源电路的信号流程（工作流程）和检修方法。

（1）电冰箱电源电路的检修流程

如图 8-15 所示为典型电冰箱电源电路的结构框图。电冰箱接通电源后，交流 220V 电压经交流输入电路滤除干扰杂波后，由整流滤波电路输出约 300V 的直流电压。直流 300V 分别为开关变压器和开关振荡集成电路供电，开关振荡集成电路工作后产生振荡信号，振荡脉冲经放大后去驱动开关变压器工作，开关变压器二次输出脉冲电压，经整流二极管和滤波电容后变成直流 12V、5V 等电压为其他电路供电。

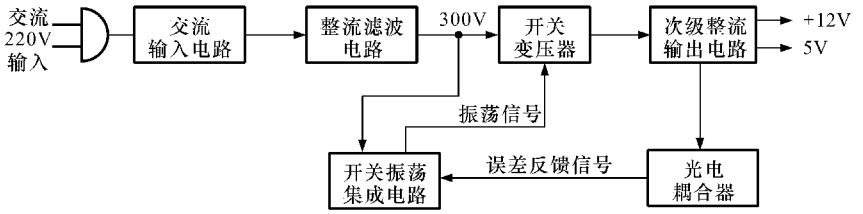


图 8-15　典型电冰箱电源电路的工作原理图

（2）电冰箱电源电路的检修分析

对电冰箱电源电路进行检修时，应根据其电路原理及信号传输关系进行分析，从而查找出故障线索，判定故障部件，如图 8-16 所示为三星 BCD－226 型电冰箱电源电路的结构和检修要点。

① 电冰箱接通电源后，交流 220V 电压会通过电源线送入到电源电路中。对电源电路进行检测时应先对交流 220V 供电电压进行检测，若该电压不正常，则应对电源线和交流输入接口（CN50）进行检测；若电压正常，则应继续检测电源电路中的交流输入及整流滤波电路是否正常。

② 交流 220V 电压经熔断器（FUSE1、FUSE）、热敏电阻器（NTC901）、过电压保护器（VR1）、互感滤波器（L01）等进行滤波处理。滤除干扰后的交流电压分成两路：其中一路直接送给光电耦合器（PC01），经光电耦合器输出过零检测信号，即电源同步信号，另一路经桥式整流电路（D901、D911、D912、D913）、滤波电容器（C901）整流滤波后形成 300V 直流电压，为开关电源供电。对交流输出电路及整流滤波电路进行检测时首先对 +300V 直流电压进行检测，若该电压不正常，则应对桥式整流电路（D901、D911、D912、D913）、互感滤波器（L01）、过电压保护器（VR1）、热敏电阻器（NTC901）、熔断器（FUSE1、FUSE）等进行检测；若电压正常，则应继续检测开关振荡电路、变压器等是否正常。

③ +300V 直流电压经开关变压器（T901）一次绕组的①～③脚加到开关振荡集成电路（IC901）的⑤脚，使其开始工作，开关振荡集成电路（IC901）与开关变压器一次绕组的①～③脚构成开关振荡电路。开关振荡集成电路⑤脚输出振荡信号，送到变压器（T901）一次绕组的③脚中，驱动开关变压器工作。对开关振荡电路进行检测时，应首先对开关变压器（T901）的开关脉冲信号波形进行检测，若该信号波形不正常，则应对开关振荡集成电路（IC901）和开关变压器（T901）等进行检测；若信号波形正常，则应继续检测二次输出电路是否正常。

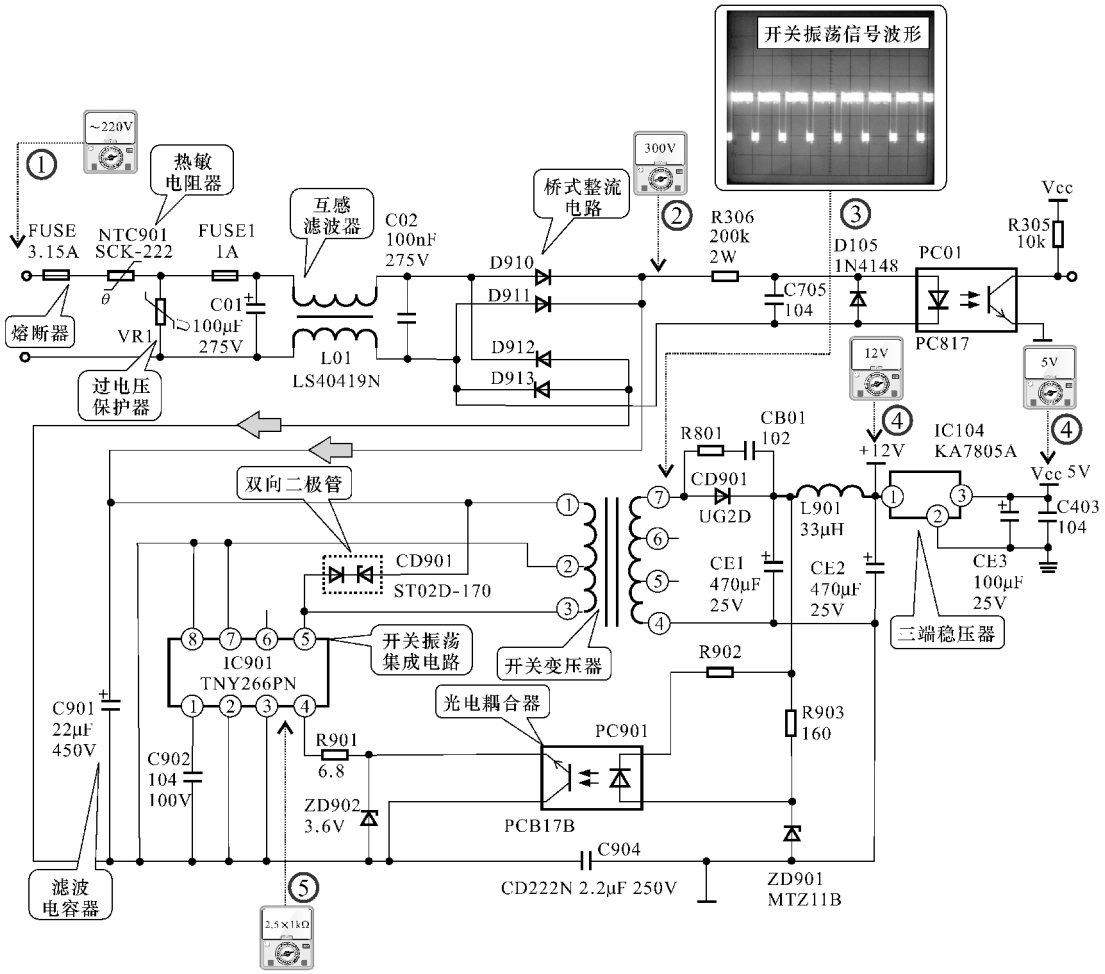


图 8-16　三星 BCD－226 型电冰箱电源电路的检修流程分析

④ 开关变压器 T901 的二次绕组的⑦脚输出开关脉冲电压，经二次电路中的二极管、滤波电容器后，输出 12V 直流电压，12V 电压经三端稳压器、滤波电容器后输出 +5V 电压。对次级输出电路进行检测时，应首先对各直流电压进行检测，若 12V 电压不正常，则应检测整流电路中的二极管、滤波电容器等；若 12V 电压正常，而 +5V 电压不正常，则应检测三端稳压器、滤波电容器等；若 12V 和 5V 电压都不正常，则应对开关变压器以及次级输出电路等进行检测。

⑤ 当开关变压器二次输出电压升高时，经取样电阻分压后，使流经光电耦合器（PC901）内部发光二极管的电流增大，其发光亮度增强，光敏三极管导通程度增强，使开关振荡集成电路（IC901）的④脚电压降低，其内部振荡电路输出驱动脉冲的宽度发生变化，从而使开关变压器输出电压降低。从而实现稳压控制，如果输出电压不稳，应对光电耦合器等元器件进行检测。

链接：

在检测开关振荡集成电路（IC901）TNY258 时，应先对其内部结构以及引脚功能有所

了解。该开关集成电路的型号为 IC901，其内部结构如图 8-17 所示。开关振荡集成电路（IC901）内部集成有开关晶体管和开关振荡电路。

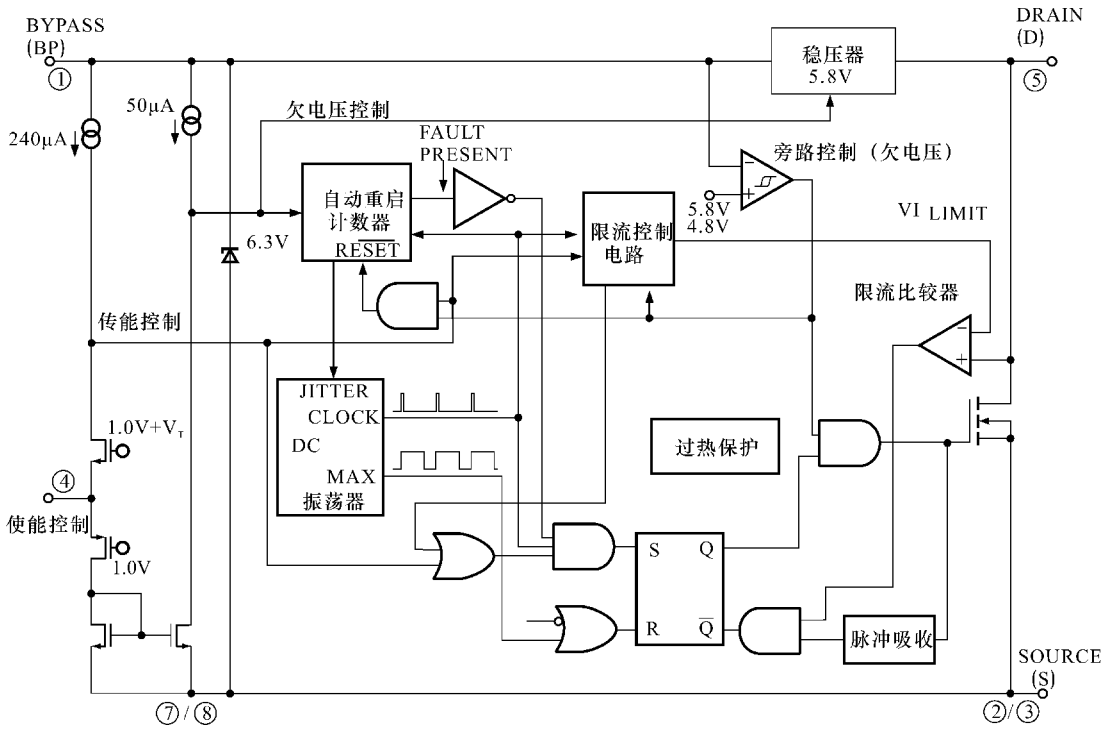


图 8-17　开关振荡集成电路（IC901）的内部结构框图

8.1.2　电冰箱电源电路的检修方法

根据上述内容可知，检修电冰箱的电源电路可顺其基本的信号流程，对电路中的输入电压、输出电压及主要元器件进行检测，例如熔断器（FUSE1、FUSE）、热敏电阻器（NTC901）、互感滤波器（L01）、桥式整流电路（D910、D911、D912、D913）、滤波电容器（C901）、开关振荡集成电路（IC901）、开关变压器（T901）、光电耦合器（PC901、PC01）等。下面以三星 BCD－226 型电冰箱电源电路为例，介绍其检修方法。

1. 检修电冰箱电源电路的图解演示

（1）熔断器（FUSE1、FUSE）的检测

若熔断器损坏，交流 220V 则不能为电冰箱供电，电冰箱电源电路也无法正常工作，可以用万用表检测熔断器引脚端的阻值来确定熔断器是否损坏，检测前首先观察熔断器的外观，查看是否有破裂、烧焦的痕迹，然后再对其阻值进行检测，检测时将万用表调至“×1”欧姆挡，红、黑表笔搭在熔断器两端，一般情况下，熔断器两端的阻值趋于 0Ω，以熔断器 FUSE1 为例，其检测方法如图 8-18 所示。若所测的阻值趋于无穷大，则说明熔断器已经熔断损坏。

引起熔断器烧坏的原因很多，但引起熔断器烧坏的多数情况是开关电源电路或负载中有过载现象。这时应进一步检查电路，排除过载元器件后，再开机。否则即使更换熔断器后，可能还会烧断。

图 8-18　熔断器 FUSE1 的检测

（2）热敏电阻器 NTC901 的检测

开关电源通常采用负温度热敏电阻用来作限流使用（限制浪涌电流），当温度升高时，其阻值越小。若判断该器件是否损坏，可采用常温检测法和升温检测法：首先将万用表的量程调至“ ×1”欧姆挡，在常温环境下，用万用表检测其阻值约为 13Ω，如图 8-19a 所示。

a）常温下检测热敏电阻

b）升温下检测热敏电阻

图 8-19　热敏电阻器 NTC901 的检测

用电吹风对热敏电阻器加热，使该器件的温度升高，检测其阻值，随温度的升高，万用表的阻值也减小到 10Ω，如图 8-19b 所示。

热敏电阻参数发生变化一般不影响电冰箱工作，也不易发现，如果热敏电阻断路则会使电冰箱不能工作，应更换。

提示：

若经检测判断，开关电源电路中的热敏电阻器损坏，更换时应尽量选用型号、规格完全相同的电阻器进行代换。

（3）互感滤波器 L01 的检测

互感滤波器 L01 的检测方法比较简单，主要是在开路的状态下使用万用表检测内部线圈之间的阻值，将万用表调至“×1”欧姆挡，红、黑表笔分别搭在两组绕组的引脚上，测得互感滤波器内部线圈的阻值应趋于 0Ω，如图 8-20 所示。若测得的阻值趋于无穷大，则说明互感滤波器已经断路损坏，需要使用同型号的互感滤波器进更换。

图 8-20　互感滤波器 L01 的检测

（4）桥式整流电路（D910、D911、D912、D913）的检修

如测得互感滤波器输出电压正常，则应检测桥式整流电路是否正常。在断电的情况下，将万用表的量程调至“×1k”欧姆挡，并进行欧姆调零，分别检测桥式整流电路的整流二极管（D910、D911、D912、D913）的正反向阻值，这里以二极管 D913 为例，如图 8-21 所示。正常情况下，整流二极管的正向阻值为 6kΩ 左右（在路检测会受外电路的影响），反向阻值为无穷大。若测得正反向阻值之间的阻值相差极小，则说明二极管已经损坏。

链接：

另外几个整流二极管（D910、D911、D912）的检测方法同上，可参考整流二极管 D913 的检测方法进行检测，在此不再赘述。

（5）滤波电容器 C901 的检修

检测滤波电容的好坏，可使用万用表欧姆挡检测滤波电容的充放电情况。将万用表的量程调至“×1k”欧姆挡，红、黑表笔任意搭在滤波电容的两引脚上，这里以滤波电容器 C901 为例，如图 8-22 所示。正常情况下，万用表指针会向右侧摆动，然后再慢慢向左侧摆动，并停在某一刻度处。

（6）开关振荡集成电路（IC901）TNY266P 的检修

a）整流二极管正向阻值的检测

b）整流二极管反向阻值的检测

图 8-21　桥式整流电路（D913）的检测

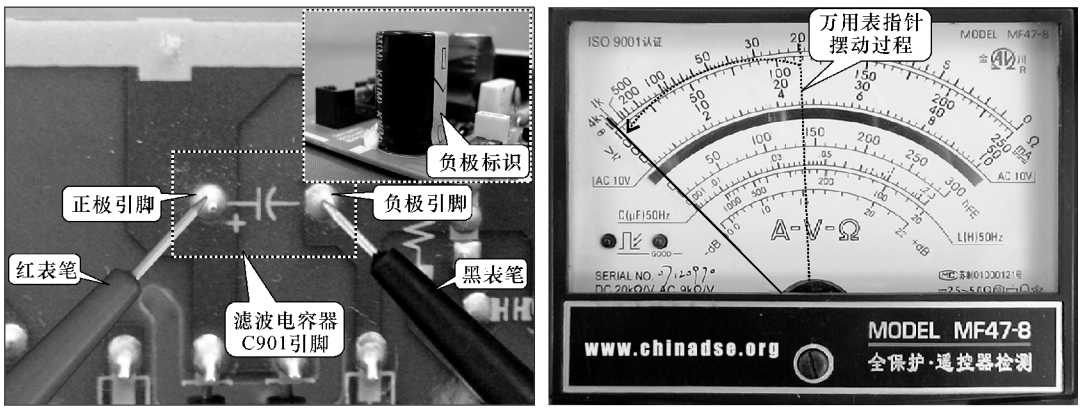


图 8-22　滤波电容器（C901）的检测

检测开关振荡集成电路（IC901）是否损坏，可通过检测开关振荡集成电路各引脚的正、反向对地阻值来判断，以①脚为例，黑表笔搭在②脚上，红表笔搭在①脚上，可检测到 6kΩ 的阻值；将两表笔调换后，测得阻值为 2.5×10kΩ，如图 8-23 所示。

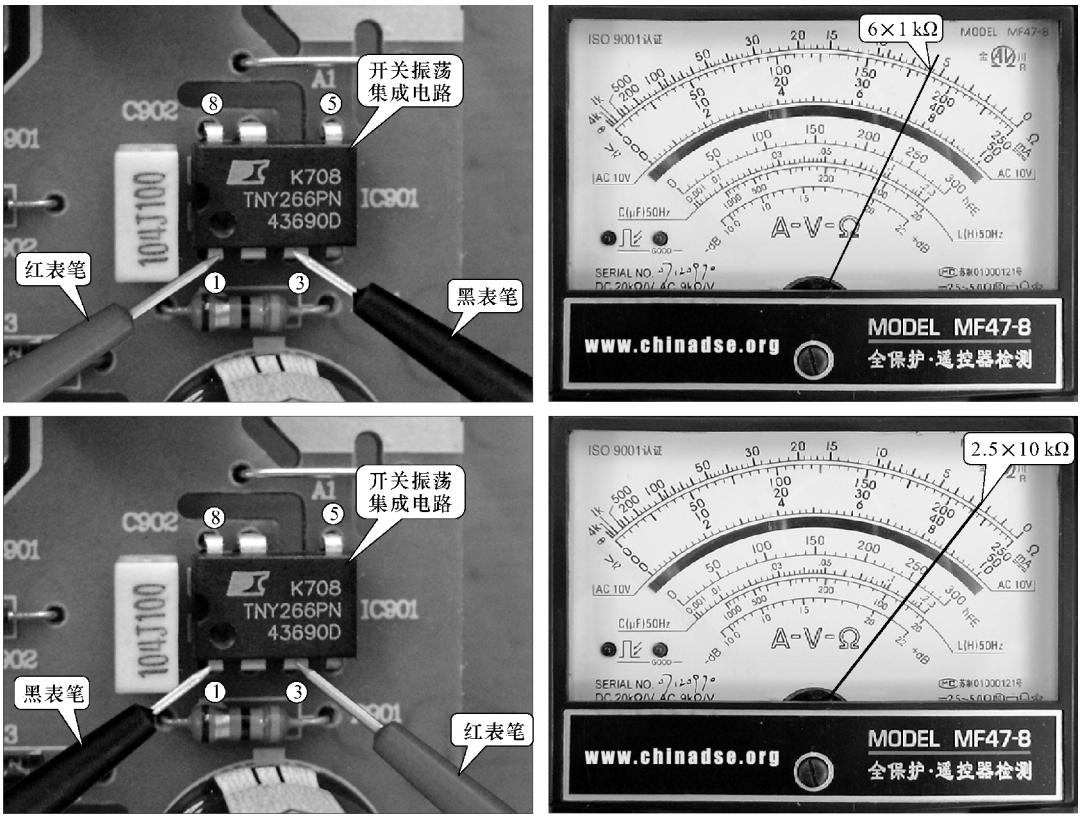


图 8-23　开关振荡集成电路（IC901）TNY266P 的检测

如表 8-1 所示为开关振荡集成电路（IC901）TNY266PN 各引脚的对地阻值。若实测值与标准值有差异，则说明开关振荡集成电路可能已经损坏。

表 8-1　开关振荡集成电路（IC901）TNY266PN 各引脚的对地阻值

引脚号	正向阻值（黑表笔接地）	反向阻值（红表笔接地）	引脚号	正向阻值（黑表笔接地）	反向阻值（红表笔接地）
①	6×1kΩ	2.5×10kΩ	⑤	5.5×1kΩ	7×10kΩ
②	0	0	⑦	0	0
③	0	0	⑧	0	0
④	7.5×1kΩ	1.5×10kΩ	—	—	—

（7）开关变压器 T901 的检修

使用示波器检测开关变压器的振荡信号波形，如图 8-24 所示，正常情况下，接通电冰箱电源，将示波器的探头靠近开关变压器的铁芯部分，便可感应到开关脉冲信号波形。若没有感应到信号波形，则说明开关振荡电路或开关变压器可能存在故障。

链接：

不同型号的电冰箱，不同型号的变压器，示波器检测出的信号波形也有所区别，如图

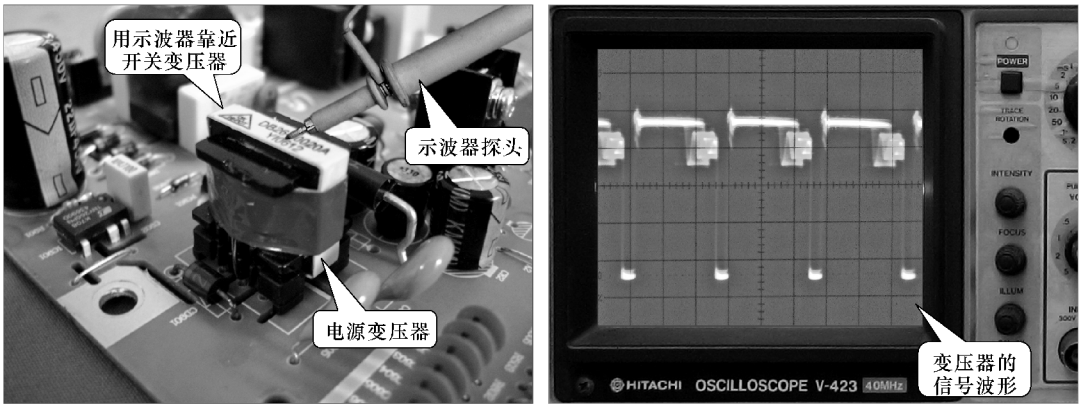


图 8-24　开关变压器 T901 的检测

8-25 所示为常见变压器的信号波形图。

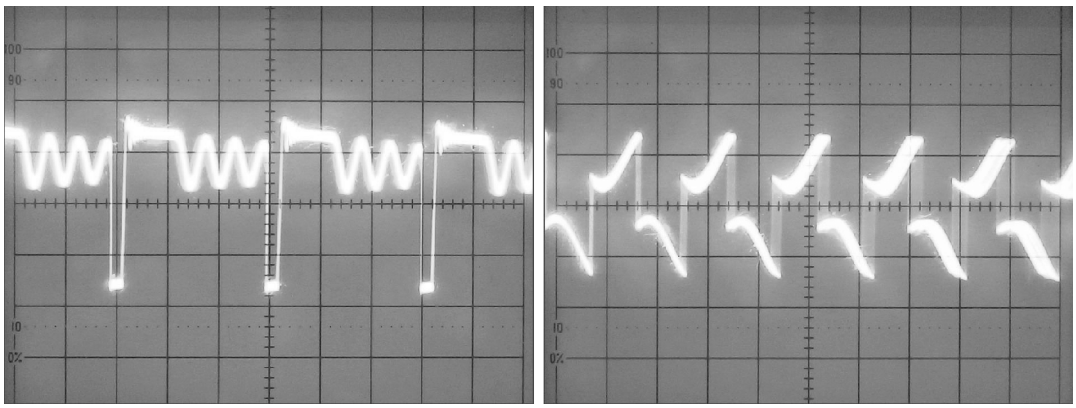


图 8-25　常见开关变压器的信号波形图

链接：

对于开关变压器的检测，还可以采用万用表检测开关变压器绕组间阻值的方法进行判断，此时需对照图纸资料找到相应绕组的输出引脚，在正常情况下，同一组绕组间的阻值较小，绕组与绕组之间的阻值应趋于无穷大。

（8）光电耦合器（PC901、PC01）的检修

检测光电耦合器的好坏，可使用万用表检测其引脚之间的阻值来判断。将万用表的量程调至“×1k”欧姆挡，黑表笔搭在光电耦合器的①脚，红表笔搭在②脚，测得阻值约为 25×1kΩ，将表笔对换，测得阻值为 6.5×1kΩ；黑表笔搭在光耦合器的③脚，红表笔搭在④脚，测得阻值约为 7×1kΩ，将表笔对换，测得阻值为 10×1kΩ，如图 8-26 所示。若数值相差较大，则说明光电耦合器可能损坏。

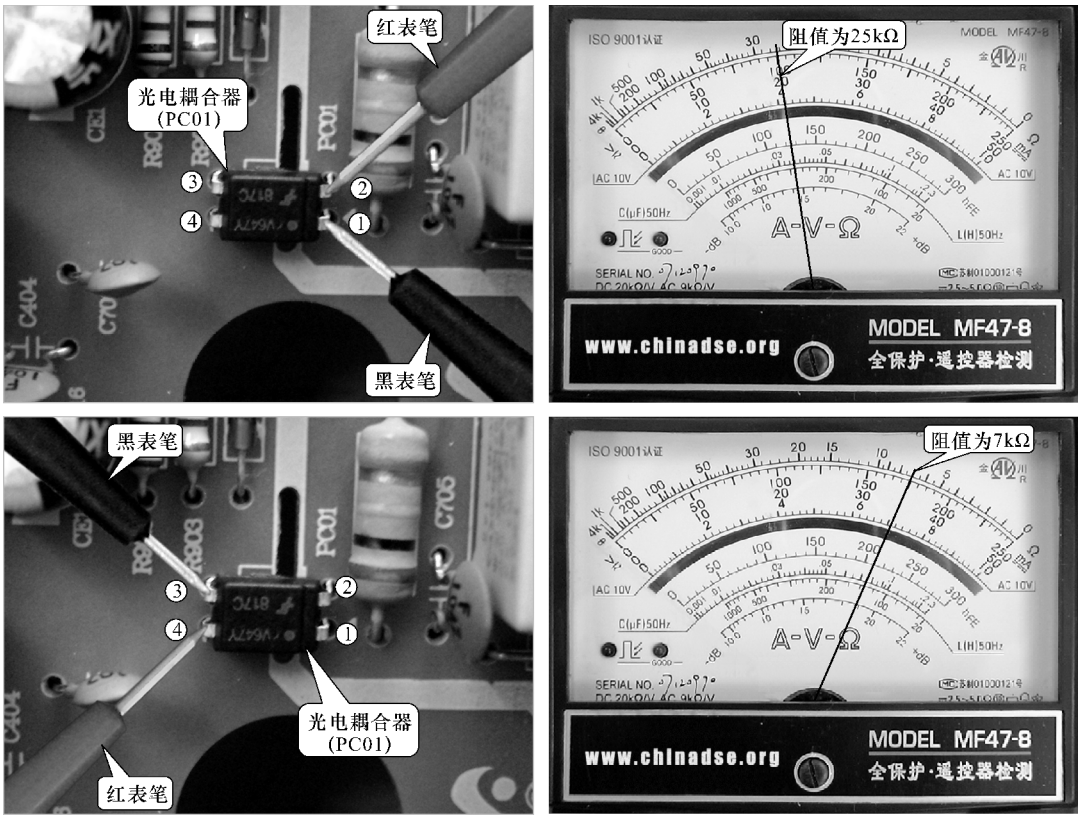


图 8-26　光电耦合器（PC01）的检修

（9）三端稳压器 IC104 的检修

检测三端稳压时，可将万用表的量程调至“直流 50V”电压挡，黑表笔搭在接地端，红表笔分别检测三端稳压器 +12V、+5V 输出电压，如图 8-27 所示。

若测得三端稳压器输入 +12V 电压正常，而输出 +5V 电压不正常，则说明三端稳压器 IC104 损坏；若测得输出电压均不正常，则需要顺着电路图，重点对电路中的主要部件进行一一检测。

2. 电冰箱电源电路的检修案例训练

当电冰箱的电源电路出现故障后，应根据其电路结构和信号流程进行检修分析，再按照基本检修方法，对可能发生故障的元器件进行检修。下面就以电冰箱电源电路典型的故障为例，讲解电源电路的故障检修实例。

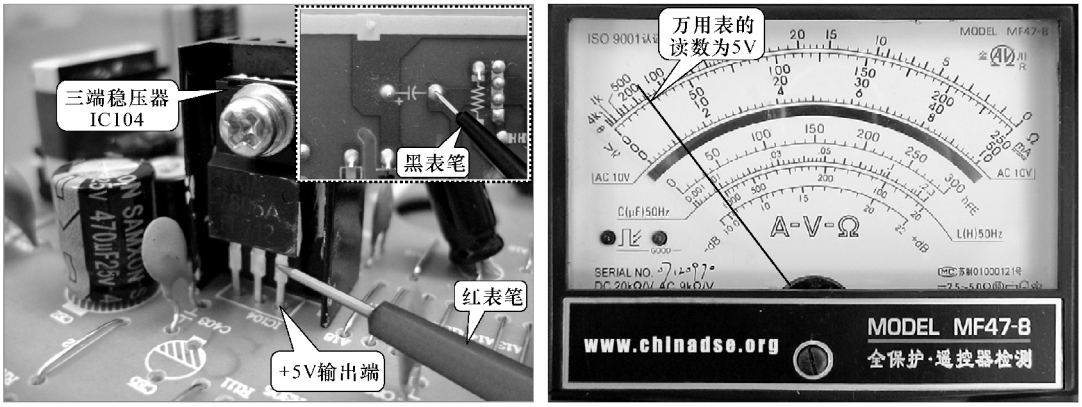
（1）海尔 Y555 型电冰箱开机无反应故障检修实例

- **故障表现**

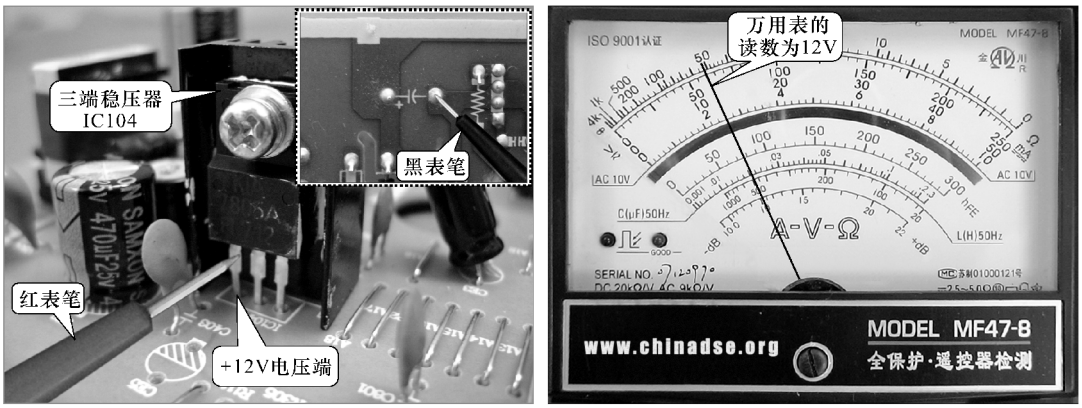
海尔 Y555 型电冰箱，通电后电冰箱无反应不制冷，电源指示灯不亮。

- **检修分析**

海尔 Y555 型电冰箱出现上述故障，怀疑是由电源电路部分出现故障引起的。如图 8-28 所示为海尔 Y555 型电冰箱的电源电路，该电路主要是由熔断器 F200、互感滤波器 L202、桥式整流电路（D2008、D2009、D210、D211）、开关振荡集成电路 IC201（NCP1200P100）、开关变压器、三端稳压器 IC202、场效应晶体管、光电耦合器 IC203（PC817A）等元器件构



a）三端稳压器+5V输出电压的检测



b）三端稳压器+12V输出电压的检测

图 8-27　电冰箱电源电路输出电压的检测

成的。

① 电冰箱接通电源后，交流 220V 电压会通过电源线送入到电源电路中。若交流 220V 电压不正常，则应对电源线和输入接口及相关线路进行检测。

② 交流 220V 电压经熔断器（F200）、互感滤波器（L202）、桥式整流电路（D208、D209、D210、D211）、限流电阻器（RT200）、滤波电容器（E202、E201）整流滤波后，输出 +300V 直流电压。若 +300V 电压不正常，则应对熔断器、互感滤波器、滤波电容器、桥式整流电路、限流电阻器等进行检测。

③ 由桥式整流电路输出的直流电压，经电阻器 R215 ~ R218 分压后，为开关振荡集成电路 IC201 提供工作电压，开关振荡电路 IC201 工作后为开关场效应晶体管提供脉冲控制信号，+300V 直流电压经开关变压器一次绕组的①、②脚加到开关场效应晶体管（MOS200）的漏极（D），开关振荡集成电路（IC201）的⑤脚输出振荡信号，驱动开关场效应晶体管（MOS200）工作，经放大后的振荡信号送入开关变压器中，开关变压器开始工作。开关变压器工作时，可检测到振荡信号波形，若该信号波形不正常，则应对开关场效应晶体管、开关振荡集成电路和开关变压器等进行检测。

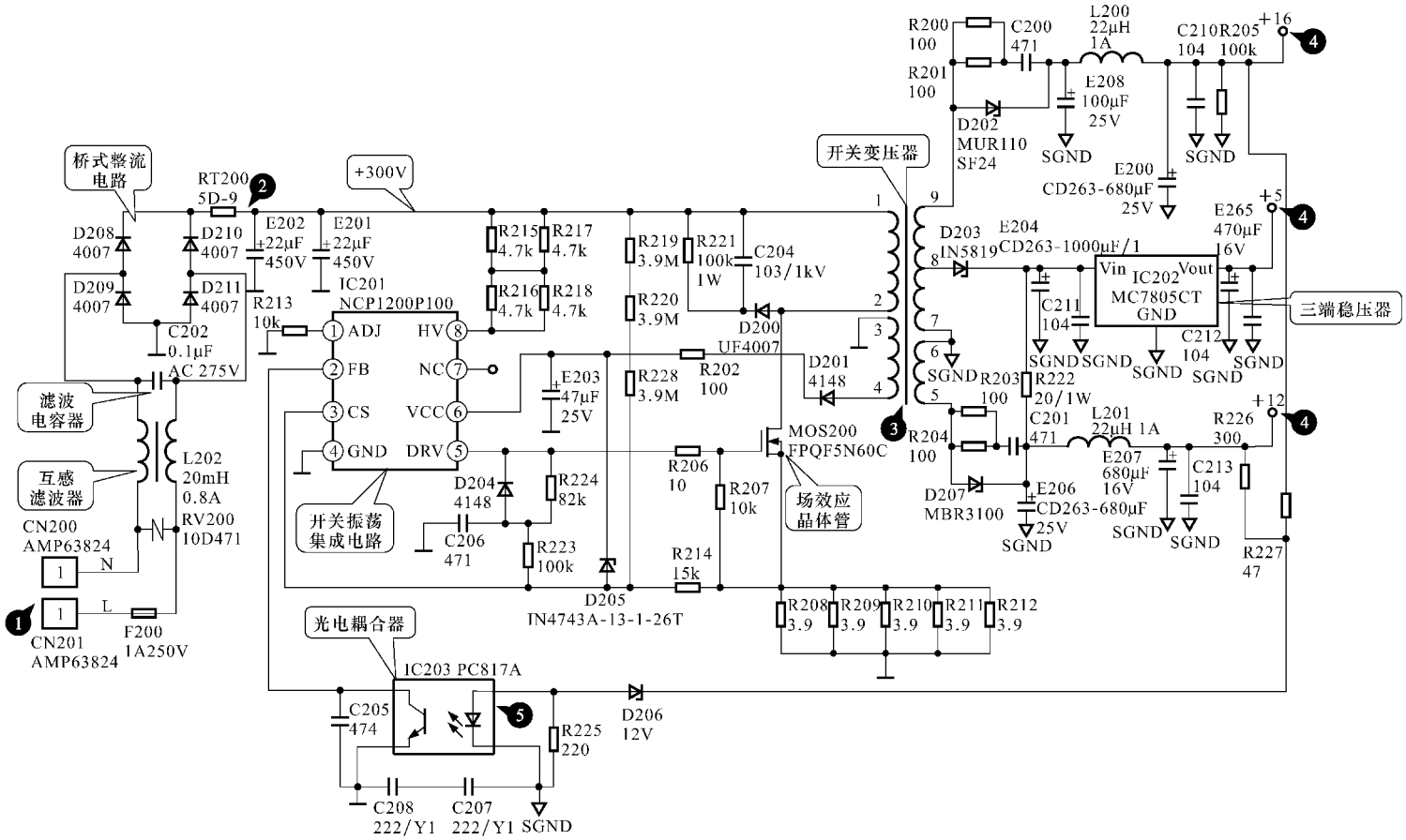


图8-28　海尔Y555型电冰箱的电源电路

④ 开关变压器的二次绕组输出开关脉冲电压，经二次输出电路整流滤波后，变为 16V、5V、12V 电压。若有一路电压不正常，则应对该路电压的整流二极管、滤波电容或稳压器等进行检测。

⑤ 开关电源输出的误差反馈信号经光电耦合器（IC203）加到开关振荡集成电路（IC201）的②脚，对开关振荡集成电路进行稳压控制。若输出电压值不稳定，则应对光电耦合器等元器件进行检测。

链接：

在检测开关振荡集成电路 IC201（NCP1200P100）时，应先对其内部结构以及引脚功能有所了解。该开关集成电路的型号为 IC201（NCP1200P100），其内部结构如图 8-29 所示。

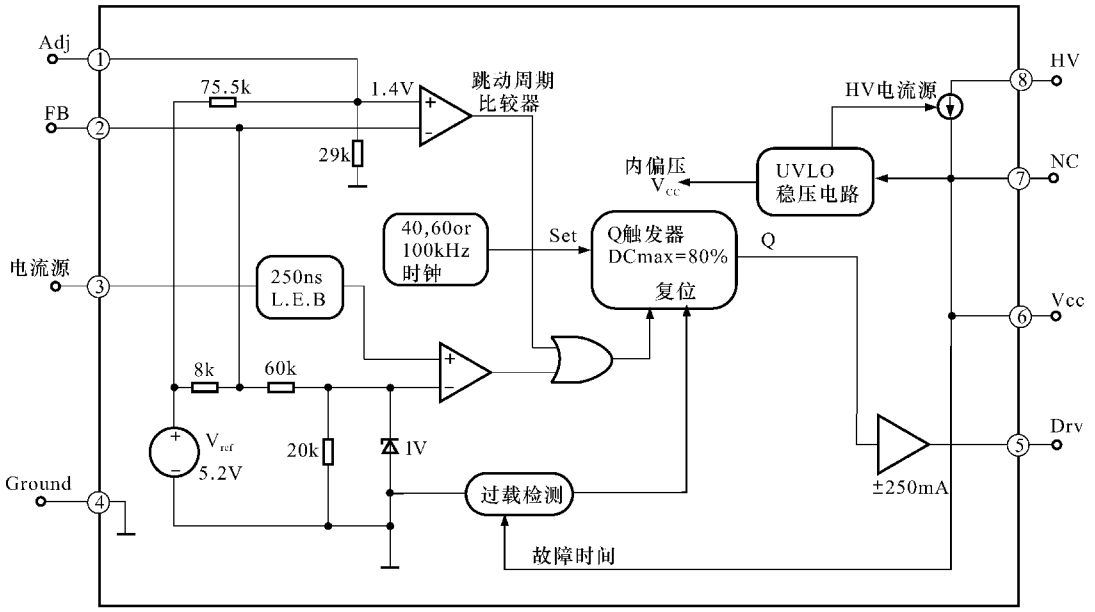


图 8-29　开关振荡集成电路 IC201（NCP1200P100）的内部结构框图

- **检测方法**

首先，使用万用表对输入开关变压器①脚的电压进行检测，如图 8-30 所示，经过检测发现该引脚无电压输入，怀疑整流滤波电路可能有故障。

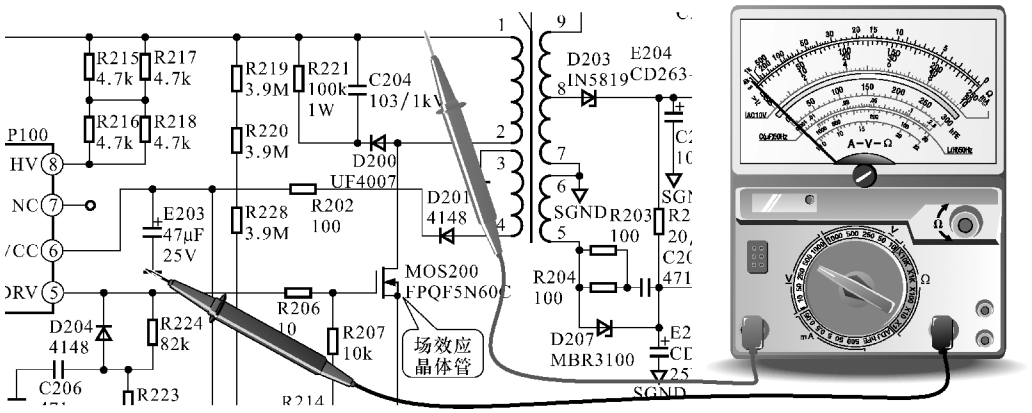


图 8-30　检测开关变压器输入电压

接下来，使用万用表检测限流电阻（RT200）两端的电压，如图 8-31 所示，经检测发现该电阻器输入一侧有 300V 直流电压，输出一侧无电压，怀疑该电阻器损坏。

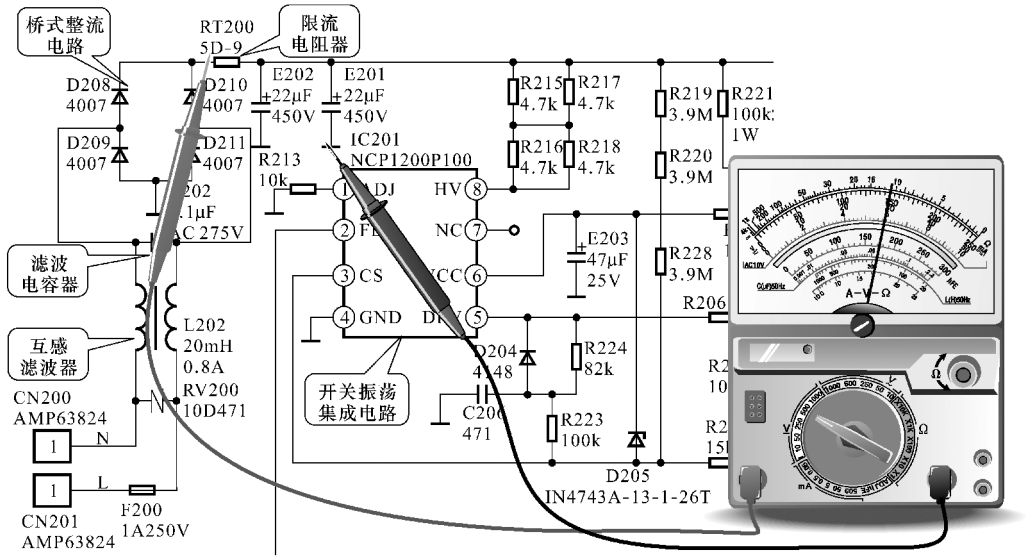


图 8-31　检测限流电阻（RT200）两端的电压

将限流电阻（RT200）代换后，仍不能工作，怀疑开关振荡电路中可能有元器件损坏，如图 8-32 所示，经过仔细检查发现开关场效应晶体管（MOS200）损坏，将其代换后，开机试运行，故障排除。

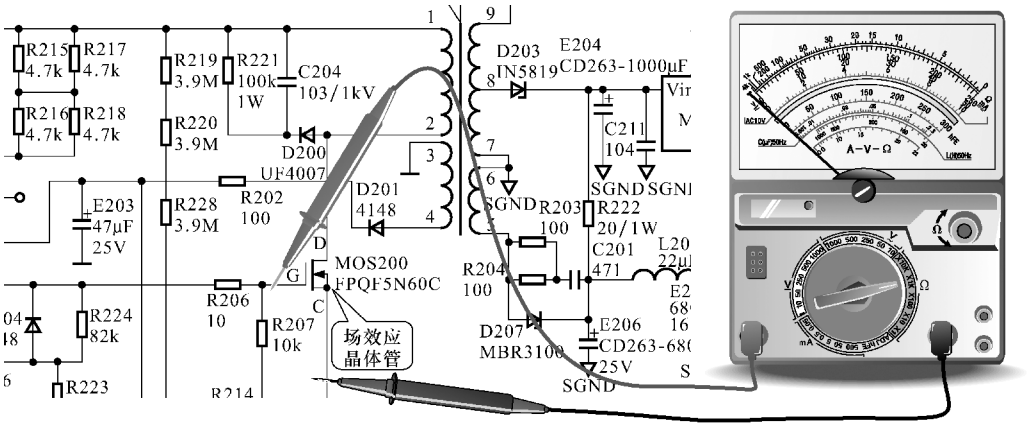


图 8-32　检测开关场效应晶体管（MOS200）

（2）三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱不开机故障检修实例

• 故障表现

三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱，通电开机无反应，不能进入工作状态。

• 检修分析

电冰箱出现这种故障，多是由于电源电路中有元器件损坏引起的。如图 8-33 所示为三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱的电源电路，该电路主要由熔断器、降压变压器、桥式整流电路、三端稳压器 REG1（7812）/REG2（7805）等元器件构成。

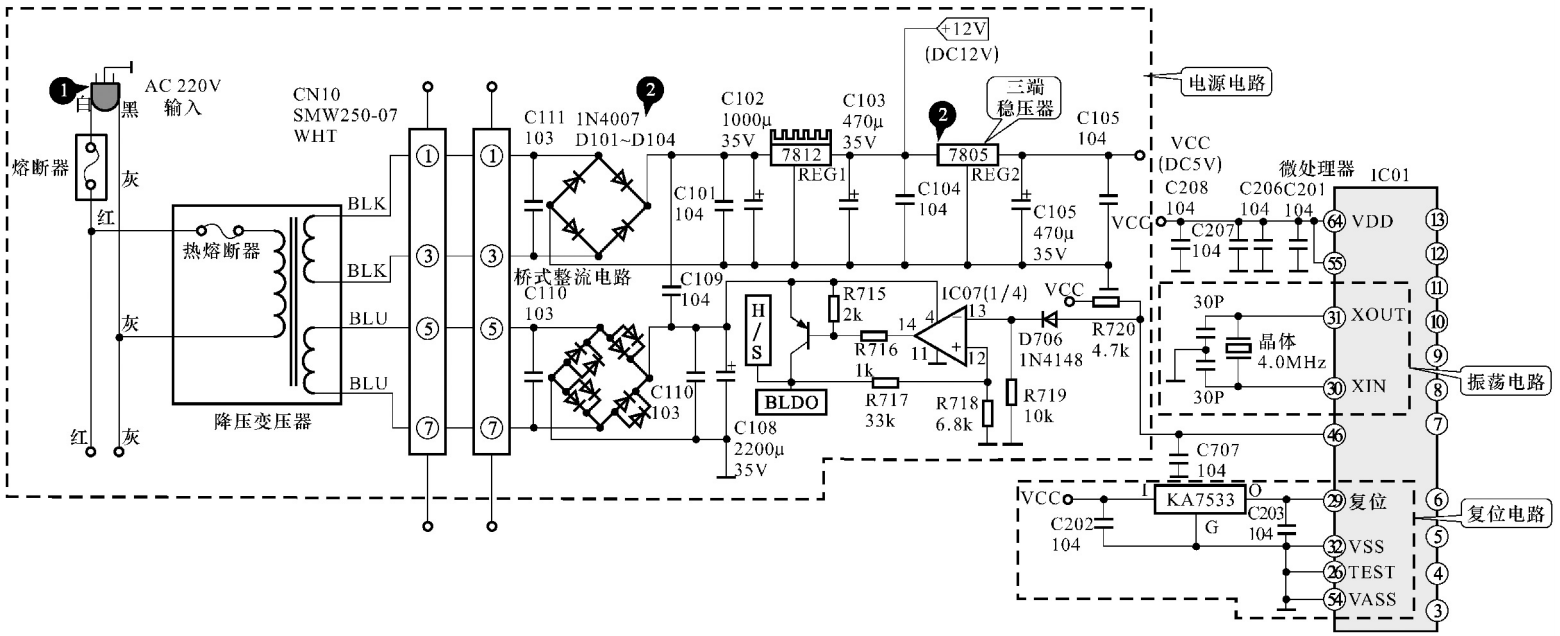


图8-33 三星RS19NRSW5SC型电冰箱的电源电路

① 电冰箱接通电源后，交流 220V 电压会通过电源线送入到电源电路中。若交流 220V 电压不正常，则应对电源线及相关接口进行检测。

② 交流 220V 电压经熔断器、降压变压器、桥式整流电路（D101 ~ D104）、滤波电容器（C102）整流滤波后，输出直流电压。若直流电压不正常，则应对熔断器、降压变压器、桥式整流电路、滤波电容器等元器件进行检测。

③ 整流滤波后的电压为三端稳压器 REG1（7812）提供直流电压，经 REG1 稳压后，输出 +12V 直流电压，为负荷驱动电路、蜂鸣器等提供工作电压。+12V 经三端稳压器 REG2（7805）稳压后，输出 +5V 电压，为微处理器、复位电路等提供工作电压。若测得输出 +12V电压正常，而输出 +5V 电压不正常，则说明三端稳压器 REG2 损坏；若输出电压均不正常，则需要顺着电路图，重点对变压器和整流电路中的主要部件进行一一检测。

- **检测方法**

首先，观察电源电路中的元器件是否有明显的烧焦、鼓包、引脚脱焊现象。若整个电源电路无明显损坏的情况，接下来应先使用万用表对输入的交流 220V 电压进行检测，如图 8-34 所示，经过检测，发现交流 220V 电压正常。

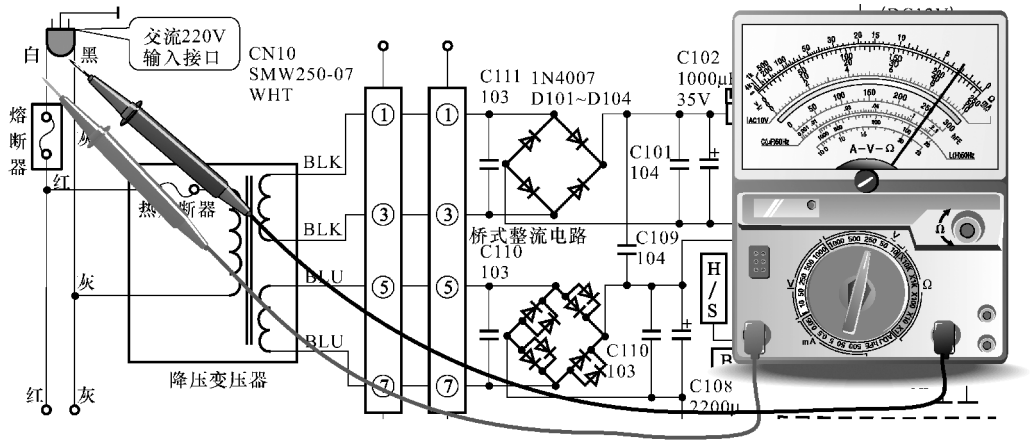


图 8-34　检测输入的交流 220V 电压是否正常

接下来，使用万用表对三端稳压器输出的 5V 电压进行检测，如图 8-35 所示，没有检测到 5V 电压。

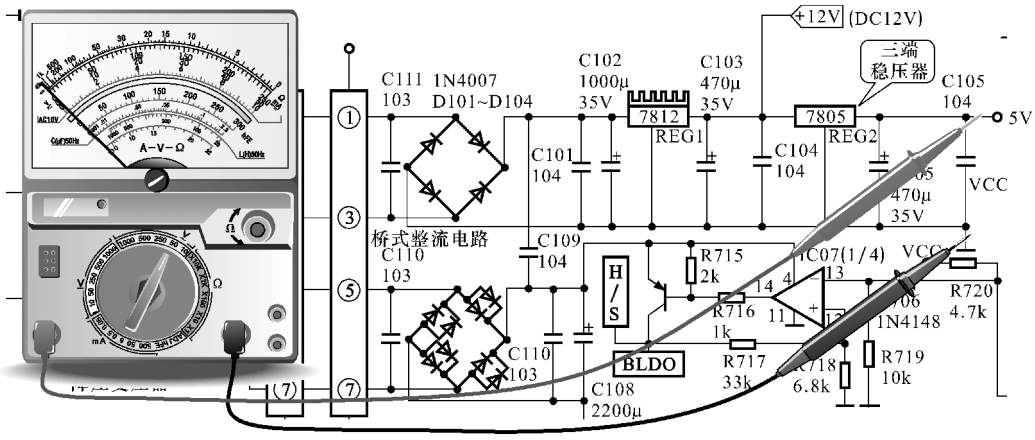


图 8-35　检测 5V 输出电压是否正常

三端稳压器无 5V 直流电压输出，接下可检测 +12V 输出直流电压是否正常，来判断故障范围，如图 8-36 所示，检测发现 +12V 输出电压正常，怀疑 +5V 三端稳压器损坏。使用万用表对三端稳压器的引脚间阻值进行检测，经检测发现三端稳压器引脚间阻值为无穷大，说明三端稳压器本身存在断路故障，需对其进行更换。更换完毕后，开机试运行，故障排除。

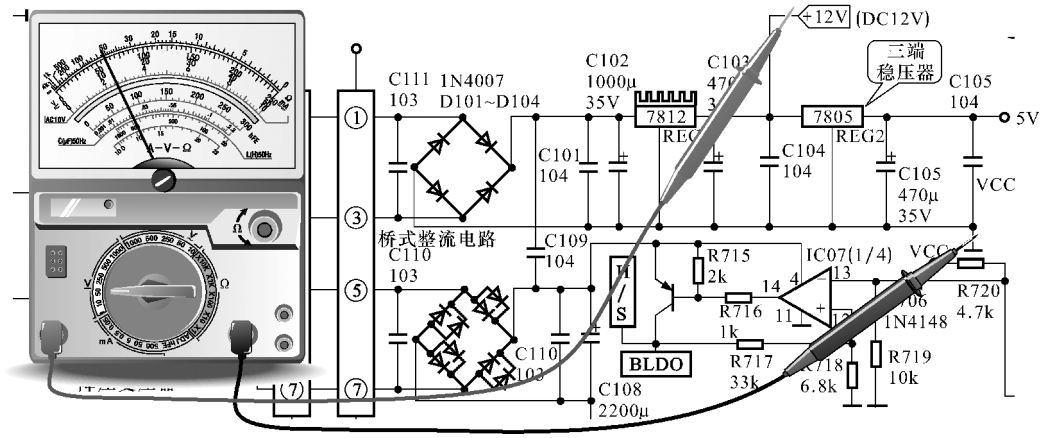


图 8-36　检测 +12V 输出电压是否正常

（3）春来 BCD－230WA 型电冰箱通电后，电冰箱无反应的故障检修实例

• 故障表现

春来 BCD－230WA 型电冰箱通电后，电冰箱无反应，打开冷藏门后，照明灯亮，但电冰箱、压缩机、风扇等均不工作。

• 检修分析

电冰箱出现这种故障，多是由于电源电路中有元器件损坏引起的。如图 8-37 所示为春来 BCD－230WA 型电冰箱的电源电路，该电路主要由熔断器 F1、降压变压器 T1、桥式整流电路（VD1～VD4）、三端稳压器 REG2（7812）/REG2（7805）等元器件构成。

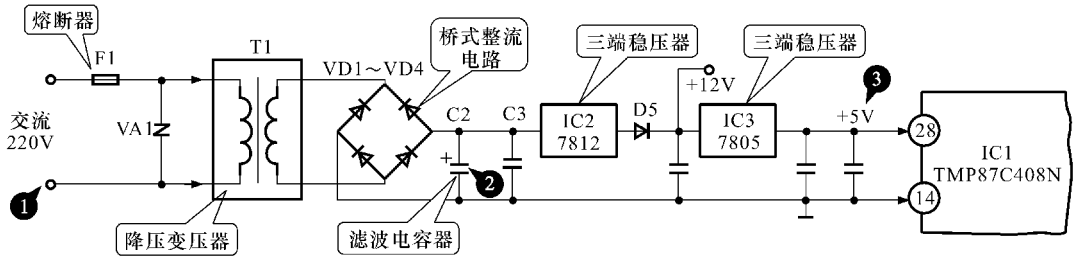


图 8-37　春来 BCD－230WA 型电冰箱的电源电路

① 电冰箱接通电源后，交流 220V 电压会通过电源线送入到电源电路中。若交流 220V 电压不正常，则应对电源线及相关接口进行检测。

② 交流 220V 电压经熔断器、变压器 T1 降压至约 12V，再经桥式整流电路 VD1～VD4 及滤波电容器 C2、C3 滤波后变换为约 +15V 的直流电压。若 +15V 的直流电压不正常，则应对熔断器、降压变压器、桥式整流电路、滤波电容器等元器件进行检测。

③ 整流滤波后的直流电压经三端稳压器 IC2（7812）输出 +12V 电压，+12V 再经三端稳压器 IC3（7805）稳压后，输出 +5V 电压，5V 直流送往微处理器的 18 脚，为微处理器等提供工作电压。若测得 +12V 电压正常，而输出 +5V 电压不正常，则说明三端稳压器 IC3 损坏；若输出电压均不正常，则需要顺着电路图，重点对变压器和整流电路中的主要部件进行一一检测。

- **检测方法**

首先，使用万用表对三端稳压器输出的 +5V 电压进行检测，如图 8-38 所示，经过检测，发现输出的 +5V 电压不正常。

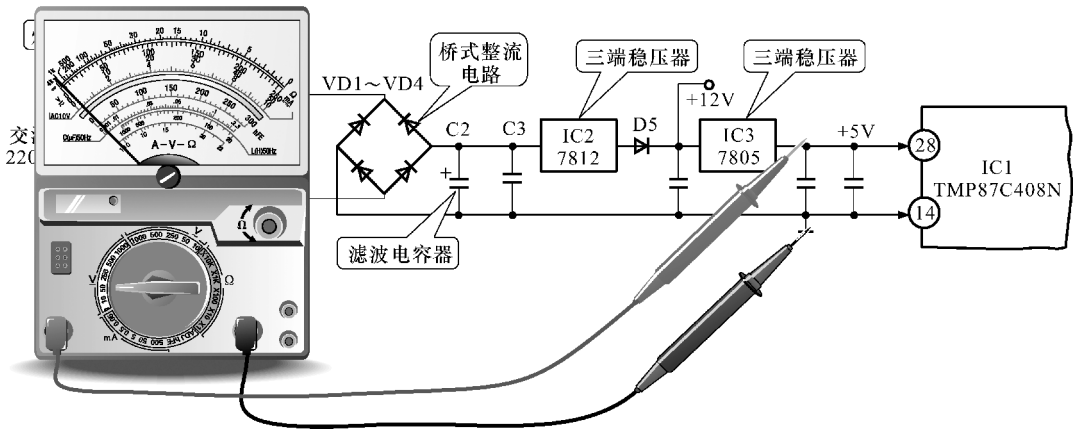


图 8-38　检测三端稳压器 +5V 输出电压是否正常

接下来，使用万用表对输入的交流 220V 电压进行检测，如图 8-39 所示，经过检测，发现交流 220V 电压正常。接着可顺着电路的基本信号流程，按照从后往前的顺序对元器件进行一一检测。

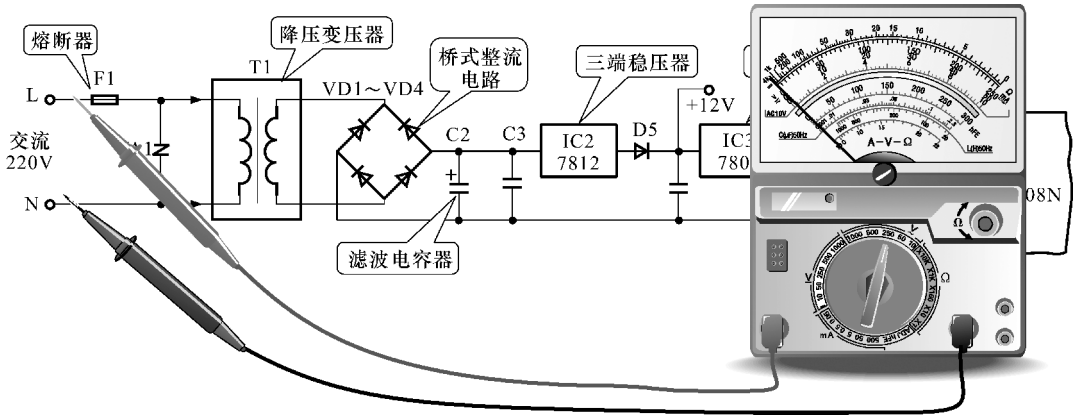


图 8-39　检测交流 220V 输入电压是否正常

在顺电路信号流程检测之前先观察电源电路中的元器件是否有明显的烧焦、鼓包、引脚脱焊现象，经检查发现熔断器断路，此时需要将熔断器取下，对熔断器本身进行检测，检测方法如图 8-40 所示。经过检测，发现熔断器的阻值趋于无穷大，则说明熔断器已经熔断损坏。需对其进行更换。更换完毕后，开机试运行，故障排除。一般情况下，熔断器两端的阻

值趋于 0Ω。

图 8-40　检测熔断器的对地阻值是否正常

（4）海尔 6TD ZA/5TD CA 型电冰箱通电后不启动的故障检修实例

• **故障表现**

海尔 6TD ZA/5TD CA 型电冰箱通电后，压缩机不启动，导致电冰箱不制冷。

• **检修分析**

电冰箱出现这种故障，多是由于电冰箱内部有元器件损坏引起的。如图 8-41 所示为海尔 6TD ZA/5TD CA 型电冰箱的整机电路，该电路主要由电源插头、门开关、照明灯、温度控制器、保护继电器、压缩机电动机、PTC 启动电容器、加热器、温度补偿开关、运行电容等构成。

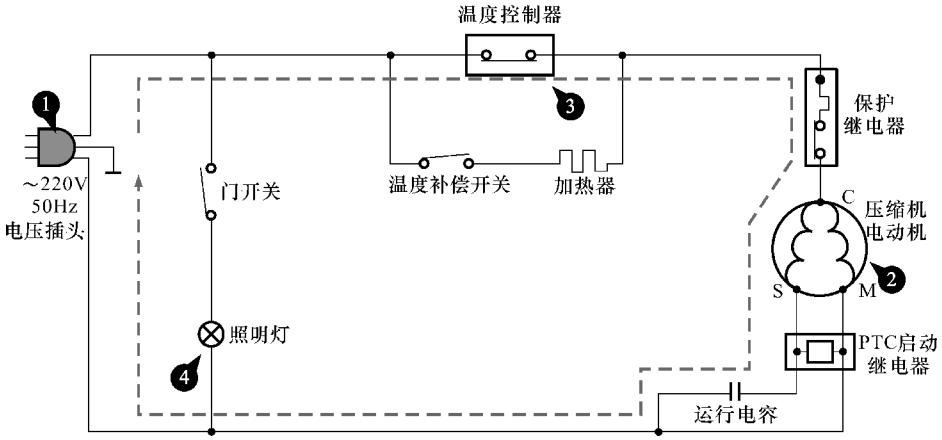


图 8-41　海尔 6TD ZA/5TD CA 系列电冰箱的整机电路及其检测点

① 电冰箱接通电源后，交流 220V 电压会通过电源线送入到电源电路中。若交流 220V 电压不正常，则应对电源线及相关接口进行检测。

② 启动时 PTC 继电器有电流通过为压缩机电动机提供启动电压，压缩机开始工作。对压缩机进行检测时，主要是检测其供电电压或阻值。

③ 温度控制器主要用于控制冷藏室的温度变化，当冷藏室温度达到设定要求后，温度控制器触点断开，切断压缩机的电源，压缩机便停止工作。对温度控制器进行检测时，可检

测其阻值。

④ 照明灯受门开关控制，当箱门打开时，门开关闭合，照明灯两端有 AC 220V 电压，照明灯被点亮。

链接：

不同型号的同类型电冰箱，其整机结构非常相似，因此检测点与检测结果也大同小异，如表 8-2 所示为海尔 6TD ZA/5TD CA/2KAN ZMD 系列电冰箱的检测数据速查表。

表 8-2　海尔 6TD ZA/5TD CA/2KAN ZMD 系列电冰箱的检测数据速查表

检测点	检测数据或波形	检测点	检测数据或波形
AC 220V	AC 220V 供电电压	门开关	门开关阻值 门打开时：0Ω；门关闭时：∞
照明灯	照明灯有一定的阻值		
保护继电器	保护继电器阻值 0Ω	温度控制器	温度控制器阻值 0Ω
启动继电器	启动继电器阻值：15 ~ 40Ω 之间	压缩机	压缩机绕组阻值： 公共端(C) - 启动端(S)之间的阻值 + 公共端(C) - 运行端(M)之间的阻值 = 启动端(S) - 运行端(M)之间的阻值
加热器	加热器阻值 80 ~ 100Ω		
温度补偿开关	温度补偿开关 接通时：0Ω；关闭时：∞		
运行电容器	运行电容阻值：检测时指针有摆动情况		

- **检修方法**

首先对保护继电器进行检测，将万用表的两只表笔分别搭在保护继电器的两端，如图 8-42 所示，经检测，发现保护继电器的对地阻值接近于 0Ω，此时，可排除保护继电器的故障原因。

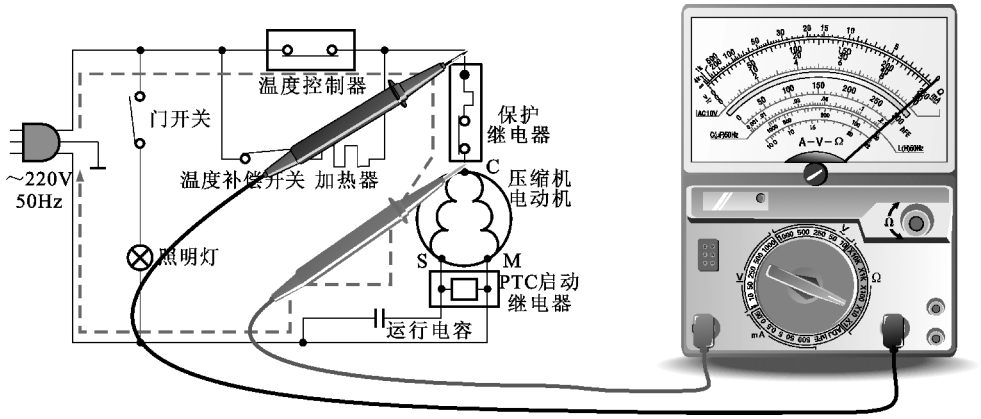


图 8-42　检测保护继电器的对地阻值

检测保护继电器正常后，则需要在电冰箱通电的情况下，检测压缩机的供电。将万用表调至“交流 250V”电压挡，黑表笔搭在压缩机电动机绕组的公共端（C），红表笔搭在压缩机电动机绕组的启动端（S）。经检测，测得压缩机的供电电压为 0V，如图 8-43 所示。因此，怀疑该电冰箱的启动继电器或相关线路可能损坏。

在断电情况下，将 PTC 启动继电器拆卸下来，将万用表的两只表笔分别搭在 PTC 启动继电器的两端，如图 8-44 所示，经检测，发现 PTC 启动继电器有一定的阻值，此时，可排

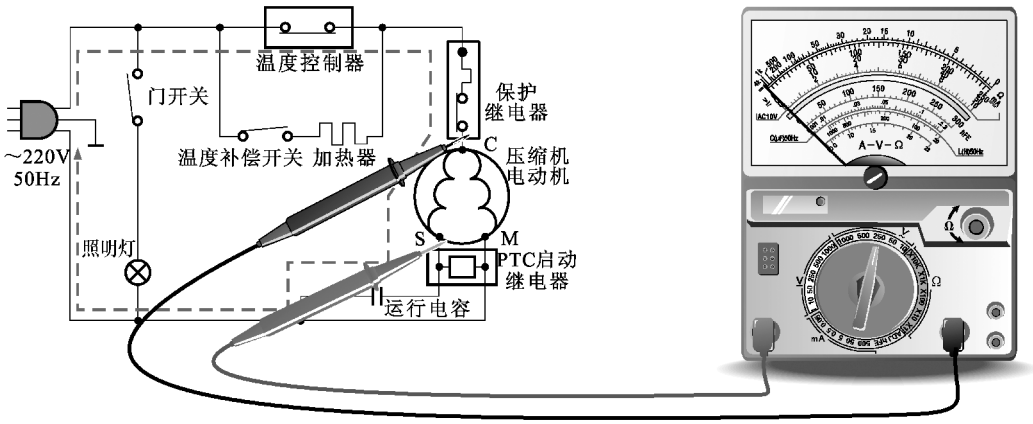


图 8-43　检测压缩机电动机的供电电压

除 PTC 启动继电器的故障原因。

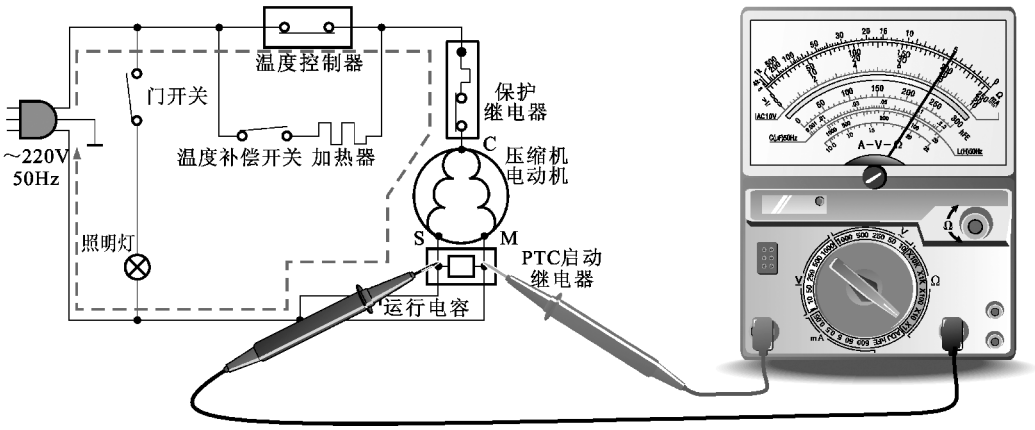


图 8-44　检测 PTC 启动继电器的对地阻值

需要在电冰箱通电的情况下，检测整机的运行电流，如图 8-45 所示，检测时首先调整好钳形表的挡位，接着确定“HOLD 键”锁定开关打开，然后按压钳头扳机，使钳口张开，

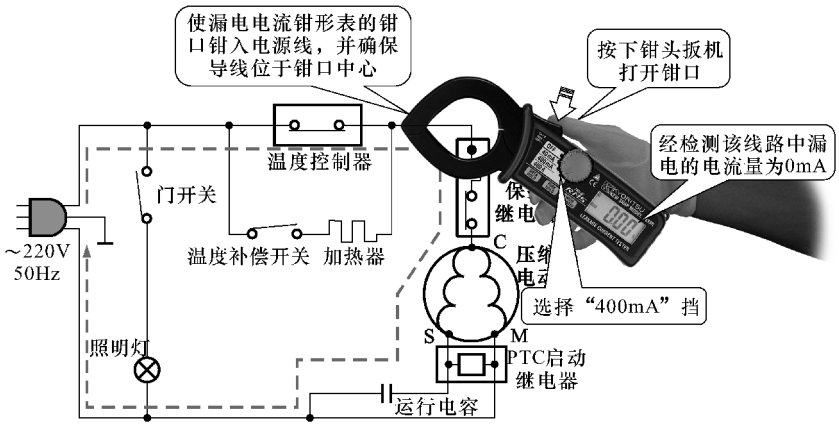


图 8-45　检测电冰箱整机运行电流

将待测线缆中的线放入钳口中，松开钳口扳机，使钳口紧闭，此时即可观察钳形表显示的数值。经过检测，发现整机没有电流通过。说明供电线路中有故障，经检查发现电源线有烧焦的迹象，更换电源线后，故障排除。

8.2　掌握电冰箱控制电路的检修方法

8.2.1　电冰箱控制电路的检修分析

电冰箱的微处理器控制电路是智能电冰箱中特有的电路，主要是由微处理器和输入输出接口电路等组成的，微处理器主要用来接收人工指令信号，以及传感器送来的温度检测信号，并根据人工指令信号、温度检测信号以及内部程序，输出控制信号，对电冰箱进行控制。

1. 电冰箱控制电路的结构特点

电冰箱中的控制电路是以微处理器为核心的电路，是智能电冰箱的核心电路，如图 8-46 所示为三星 BCD－226MJV 型电冰箱的控制电路，该电路通常与电源电路在同一个电路板上，由电源电路直接提供供电电压。

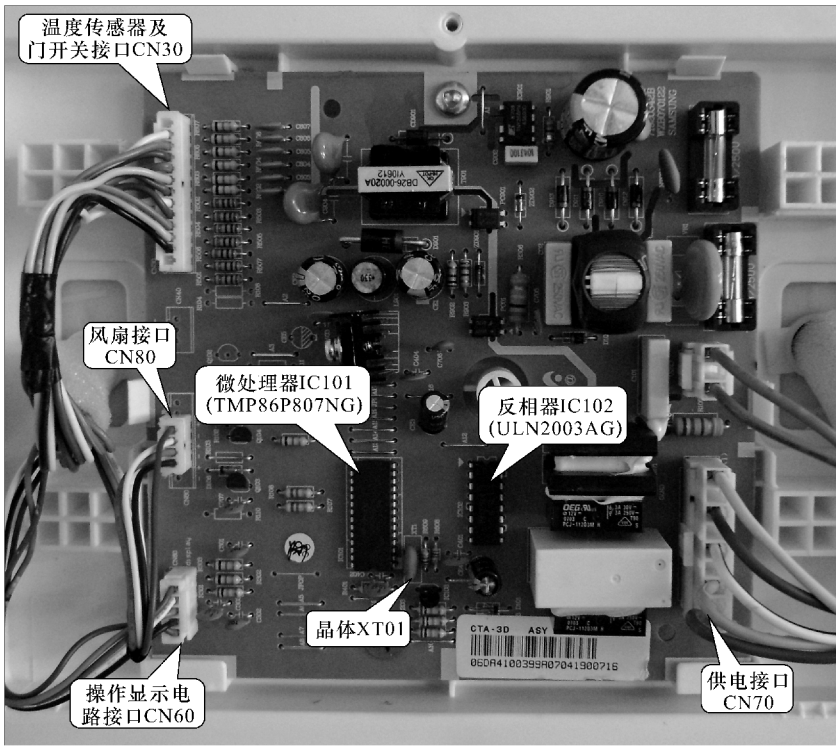


图 8-46　三星 BCD－226MJV 型电冰箱的控制电路

由图可知，三星 BCD－226MJV 型电冰箱的控制电路由微处理器 IC101（TMP86P807NG）、晶体 XT1、反相器 IC102（ULN2003AG）、电磁继电器 RY72、RY73、RY74、固态继电器 SSR70、SSR71、操作显示电路接口 CN60、风扇接口 CN80、温度传感器及门开关接口 CN30 和供电接口 CN70 等组成。

（1）微处理器 IC101

如图 8-47 所示为微处理器 IC101（TMP86P807NG）的实物外形，微处理器是控制电路中的核心器件，又称为 CPU，内部集成有运算器和控制器，主要用来对人工信号以及传感器送来的温度信号进行识别，并根据内部程序输出控制信号。

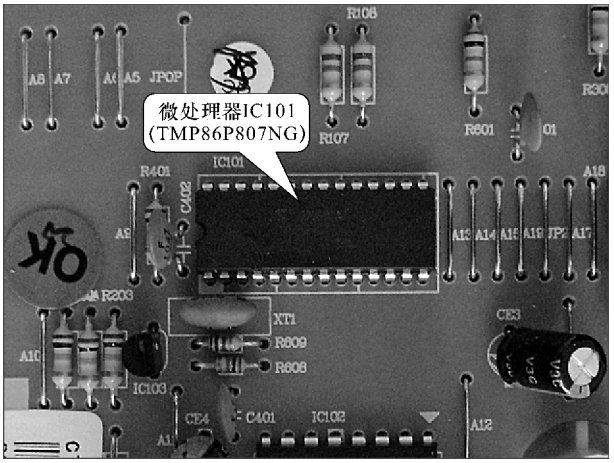


图 8-47　微处理器 IC101（TMP86P807NG）的实物外形

链接：

在电冰箱的冷藏室、变温室、冷冻室中以及操作电路板上，均设置有温度传感器，用来将各个室的温度以及室外的温度实时传送给微处理器，再由微处理器进行识别，如图 8-48 所示为电冰箱内温度传感器的安装位置。

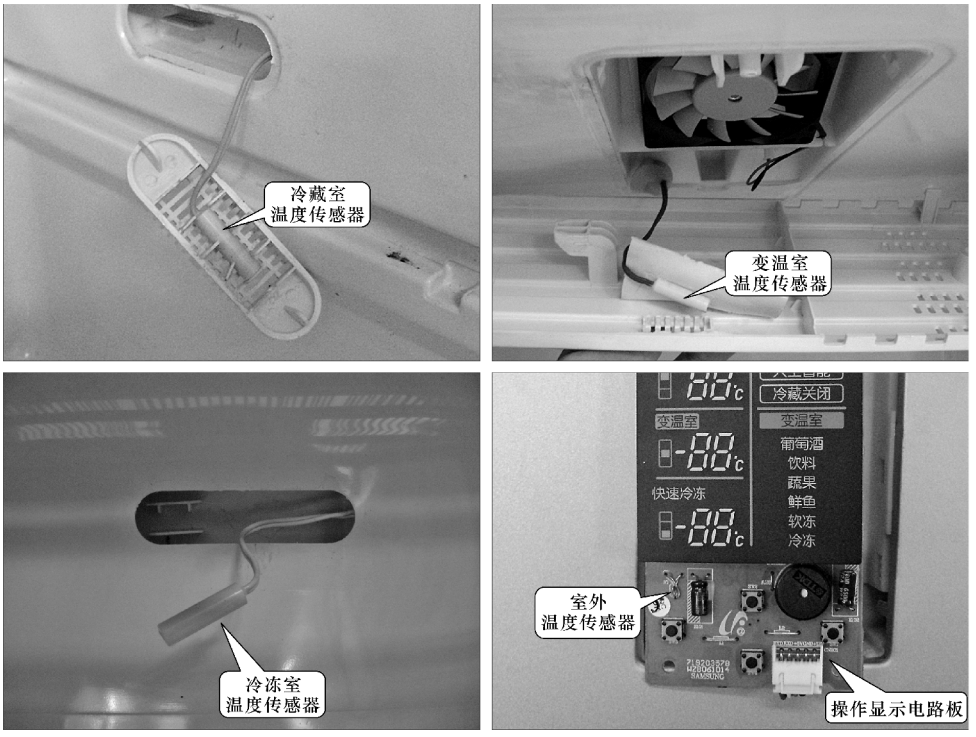


图 8-48　电冰箱内温度传感器的安装位置

（2）晶体 XT1

如图 8-49 所示为晶体 XT1 的实物外形，晶体 XT1 安装在微处理器 IC101 的附近，与微处理器 IC101 内部的电路组成时钟振荡电路，用来产生 8MHz 的时钟晶振信号。

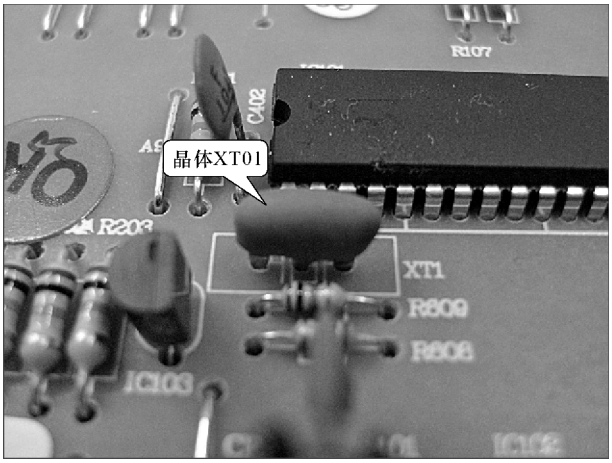


图 8-49　晶体 XT1 的实物外形

（3）反相器 IC102

如图 8-50 所示为反相器 IC102（ULN2003AG）的实物外形，反相器主要用来接收微处理器 IC101 送来的控制信号进行反相放大，然后对各个继电器等器件进行控制。

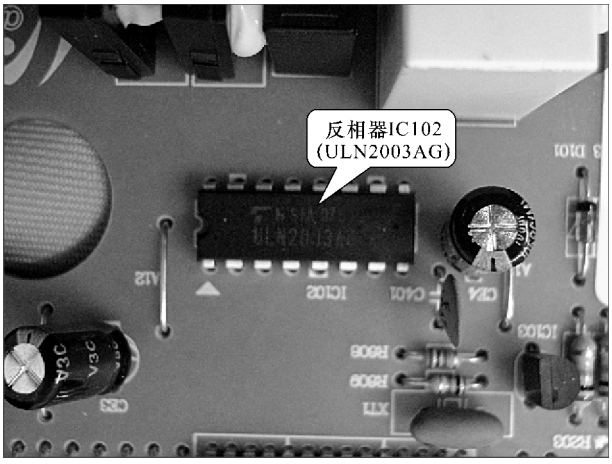


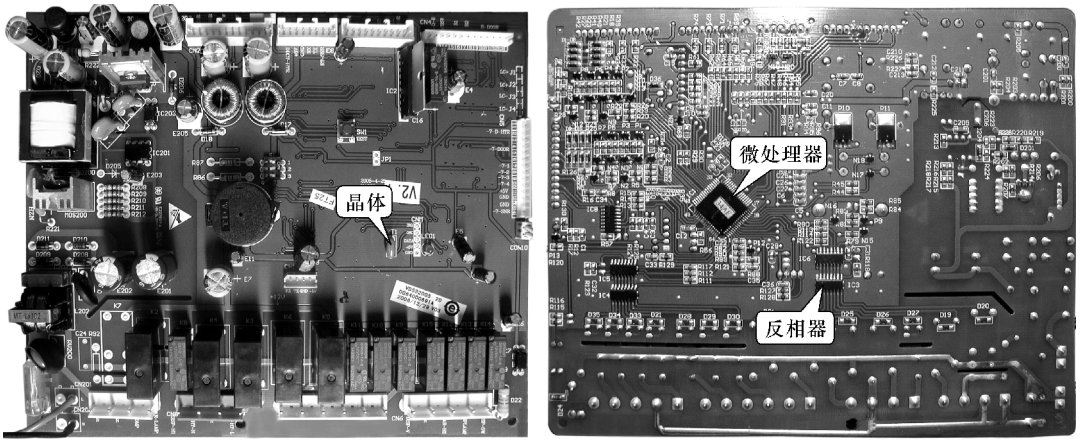
图 8-50　反相器 IC102（ULN2003AG）的实物外形

链接：

电冰箱型号的不同，其基本的结构大致是相同的，如图 8-51 所示，该机的控制电路也是由微处理器及外围元器件等组成的，微处理器安装在电路板的背面，采用贴片式元件。

（4）电磁继电器和固态继电器

如图 8-52 所示为电磁继电器和固态继电器的实物外形。在该电冰箱中，主要通过电磁继电器和固态继电器对风扇电动机或压缩机等主要部件的供电进行控制。



a）电源和控制电路板正面　　b）电源和控制电路板反面

图 8-51　其他型号电冰箱的控制电路板

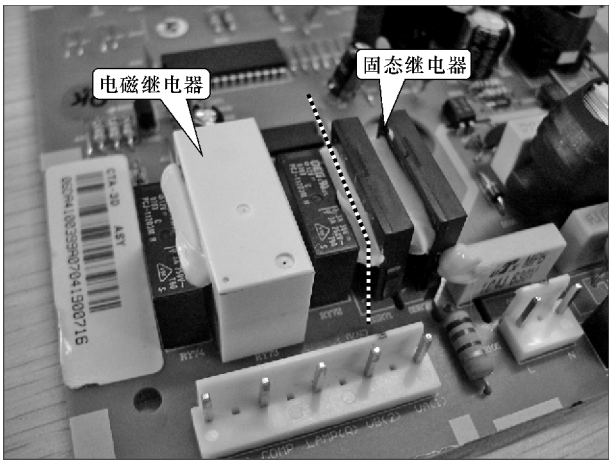


图 8-52　电磁继电器和固态继电器的实物外形

（5）风扇接口 CN80

如图 8-53 所示为风扇接口的实物外形，控制电路通过接口为风扇电动机提供驱动电压。在电冰箱中，常使用风扇加强箱室内的空气对流，以加速制冷。

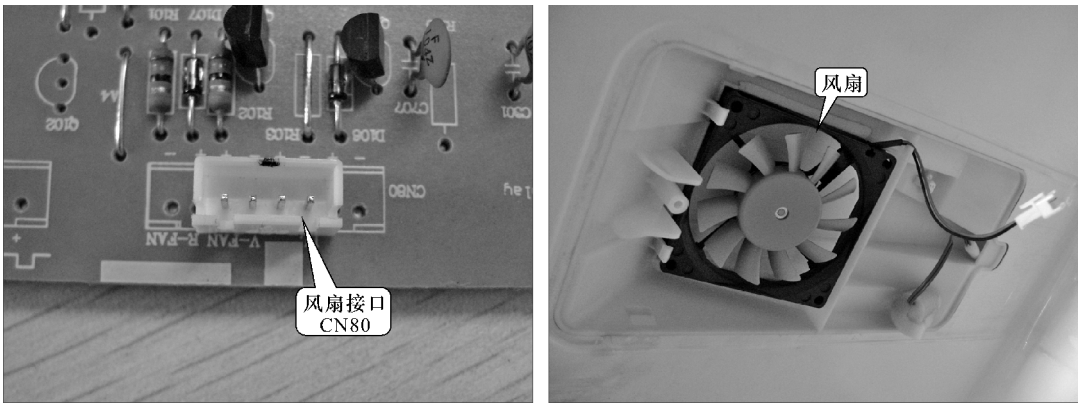


图 8-53　风扇接口的实物外形

（6）温度传感器及门开关接口 CN30

如图 8-54 所示为温度传感器及门开关接口的实物外形。该接口用来连接温度传感器和门开关，温度传感器检测的温度信号送到微处理器，微处理器根据温度信息对电冰箱的压缩机等进行控制，所测温度可通过显示屏显示出来，而门开关可对门的开启进行检测，用来对照明灯和压缩机的运行进行控制。

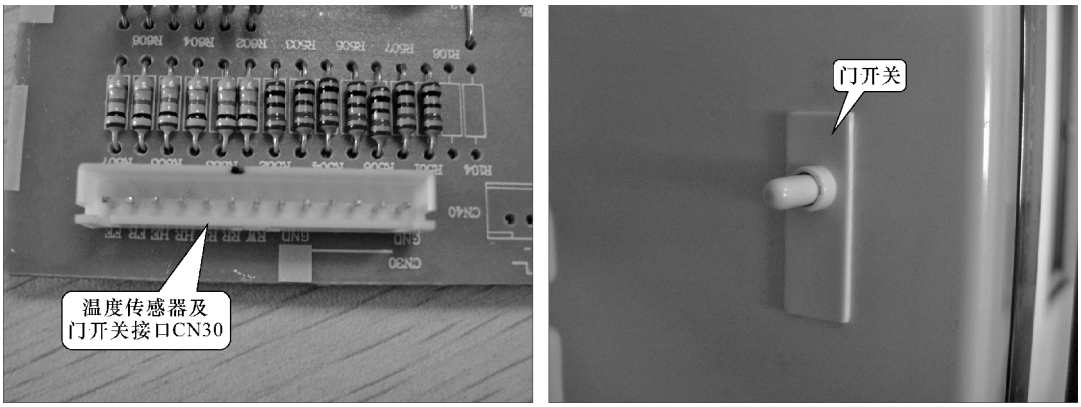


图 8-54　温度传感器及门开关接口的实物外形

（7）供电接口 CN70

如图 8-55 所示为供电接口的实物外形。控制电路通过该接口与压缩机、电磁阀、照明灯和加热器连接，为这些主要部件提供供电电压。

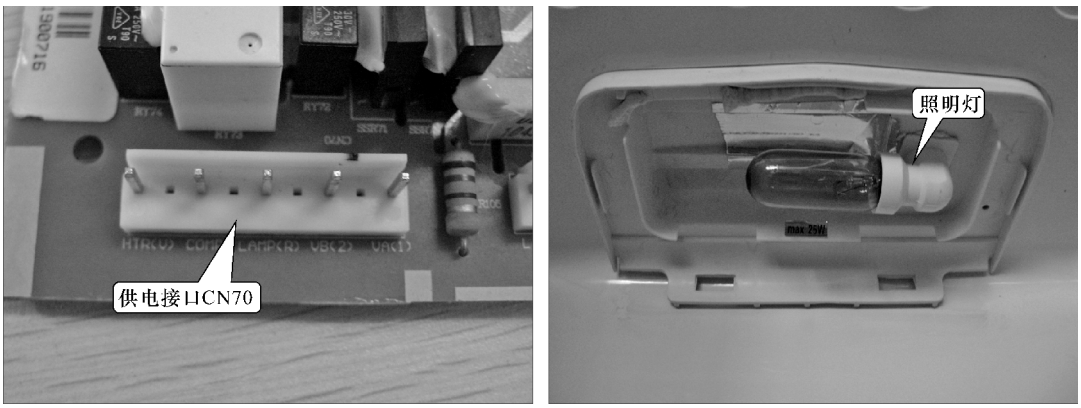


图 8-55　供电接口的实物外形

2. 电冰箱控制电路的检修流程分析

若电冰箱的控制电路出现故障，则可能会出现控制不正常的故障，例如不开机、操作按键失灵、显示失常等现象。对于控制电路进行检修时，应首先了解控制电路的结构、信号流程和检修方法。

（1）电冰箱控制电路的结构和工作流程

如图 8-56 所示为典型电冰箱控制电路框图，微处理器接收人工指令和传感器信息，并

遵循预先编制的程序自动进行工作。

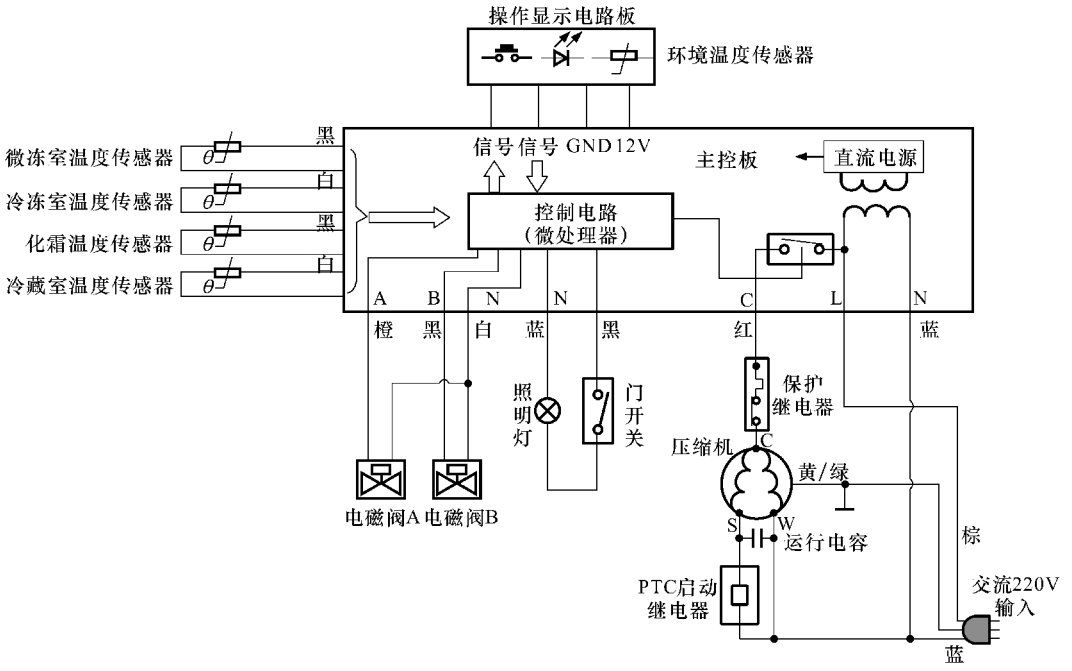


图 8-56　典型电冰箱控制电路框图

用户通过操作按键输入的温度设置信号、化霜方式以及定时等人工操作指令，利用操作显示电路中的操作键将指令送入微处理器，微处理器收到这些信息后，对电磁阀、继电器、风扇电动机、照明灯等输出控制信号。微处理器输出的控制信号经接口电路转换为控制各器件的电压或电流，控制各器件工作。

冷藏室、冷冻室等温度检测信息随时送给微处理器，当冰箱室内的温度达到预先设定的温度时，温度传感器将温度的变化变成电信号送到微处理器的传感器信号输入端，微处理器再进行自动控制。

（2）电冰箱控制电路的检修流程分析

对于电冰箱控制电路的检修，应根据控制电路的信号流程逐级进行检测，从而查找故障线索，判定故障部位，如图 8-57 所示为海尔 BCD－226MJV 型电冰箱的控制电路。

① 微处理器 IC101（TMP86P807NG）的⑤脚为 5V 直流电压供电端，首先对微处理器 IC101 的供电电压进行检测，若不正常，则说明供电电路中有损坏的元件；若供电电压正常，则应继续检测其晶振信号。

② 微处理器 IC101（TMP86P807NG）的②脚和③脚为时钟晶振信号端，与晶体 XT1 相连，用来产生 8MHz 的时钟晶振信号。对微处理器 IC101 的时钟晶振信号进行检测，若不正常，则说明晶体 XT1 或微处理器 IC101 本身损坏。

③ 微处理器 IC101（TMP86P807NG）的⑩脚和⑪脚为 RX 和 TX 信号端，用来与操作显示电路相连，传送控制和显示信号。对微处理器 IC101 的 RX 和 TX 信号进行检测，在供电电压

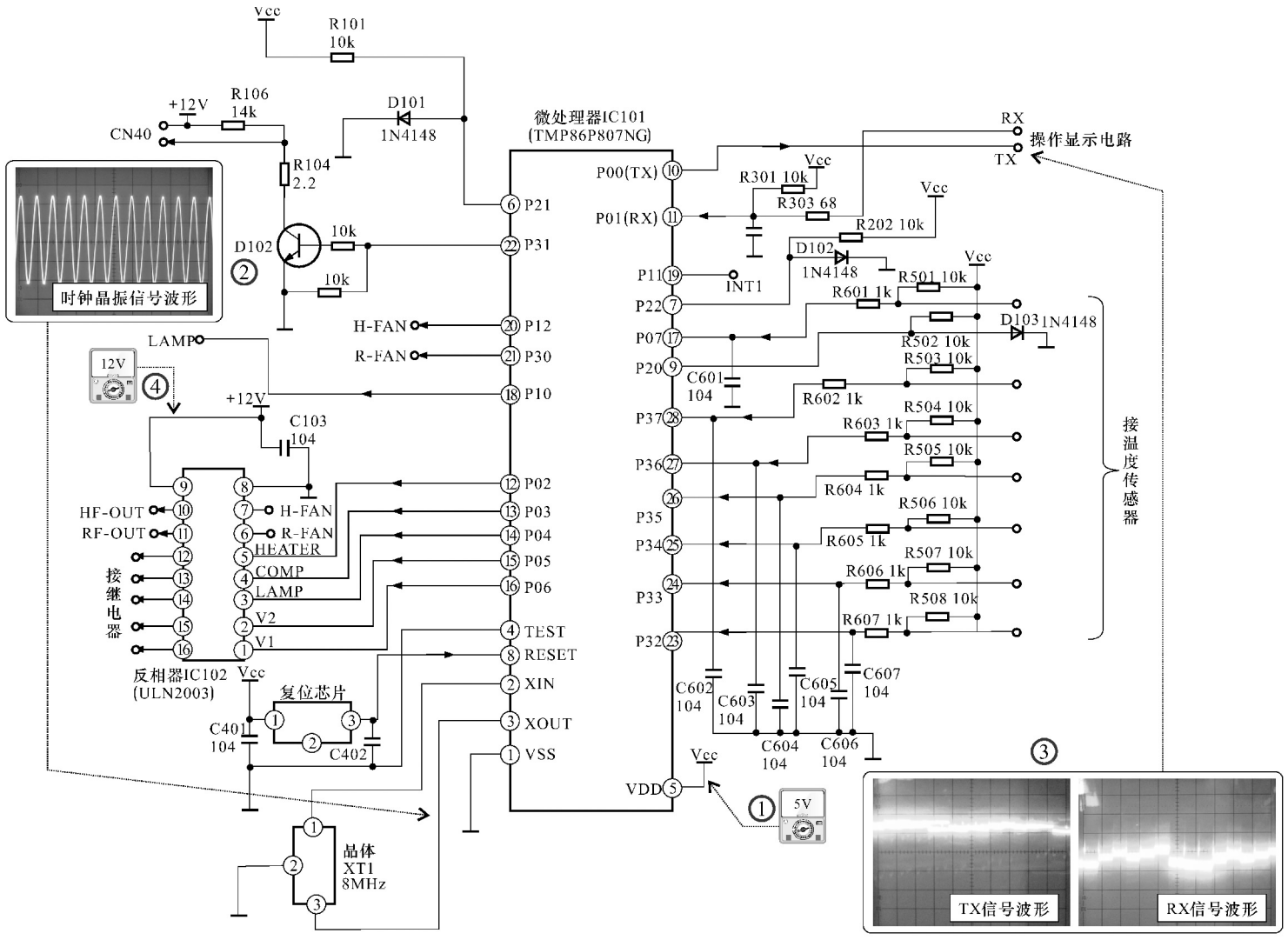


图8-57　海尔BCD-226MJV型电冰箱的控制电路

正常的情况下，若 RX 或 TX 信号不正常，则说明微处理器 IC101 本身或操作显示电路可能损坏。

④ 反相器 IC102（ULN2003）的⑨脚为 12V 直流电压供电端，① ~ ④脚与微处理器 IC101 相连，用来接收微处理器的控制信号，⑫ ~ ⑯脚与继电器相连，用来为继电器线圈提供驱动电流。

⑤ 若发现微处理器等电路元件都正常，则需要对电冰箱的温度传感器、风扇、继电器逐个进行检测。若发现这些部件损坏，应及时进行更换。

链接：

此外，微处理器 IC101 的⑰脚、㉓ ~ ㉘脚与各个温度传感器相连，由温度传感器送来的温度检测信号送入 IC101 中进行识别和处理，并根据内部程序输出对各个部件的控制信号。

8.2.2　电冰箱控制电路的检修方法

1. 检修电冰箱控制电路的演示

根据上述内容可知，检修电冰箱的控制电路可顺其基本的信号流程，对控制电路中的主要元件进行检测。例如微处理器、晶体以及反相器等。下面以三星 BCD－226MJV 型电冰箱的控制电路为例，介绍其检修方法。

（1）微处理器 IC101（TMP86P807NG）的检测

对微处理器 IC101（TMP86P807NG）的供电电压进行检测，检测时将万用表调至“直流 10V”电压挡，黑表笔搭在接地端的引脚上，红表笔搭在⑤脚上，正常情况下，便可以检测到 5V 的供电电压，如图 8-58 所示。

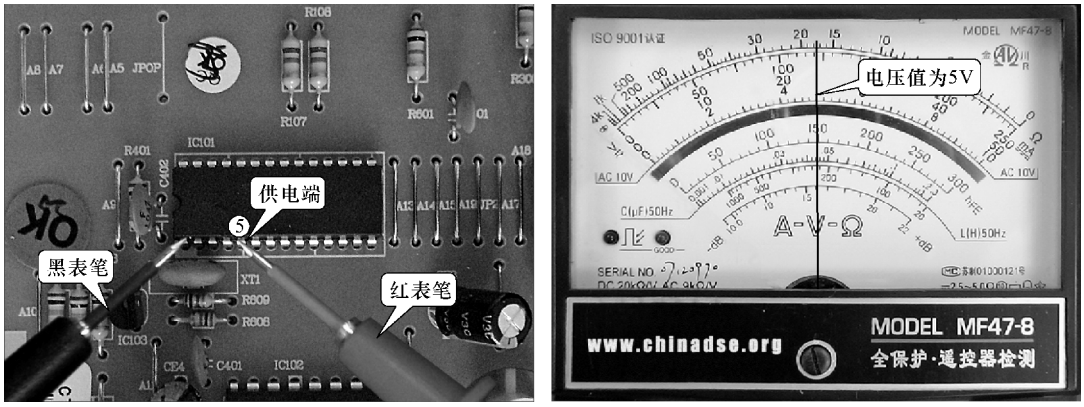


图 8-58　微处理器 IC101 供电电压的检测方法

微处理器 IC101（TMP86P807NG）的②脚和③脚为时钟晶振信号端，使用示波器的探头搭在这两个引脚上时，便可以检测到时钟晶振信号的波形，如图 8-59 所示。

对微处理器 IC101 的 RX 和 TX 进行检测，该信号可在 IC101 的⑩脚和⑪脚上测得，如图 8-60 所示，在供电电压和时钟晶振信号正常的情况下，若 RX 和 TX 信号不正常，则可能是微处理器 IC101 本身损坏。

链接：

此外，还可以用检测微处理器 IC101 各引脚之间正向和反向对地阻值的方法，来判断微

处理器 IC101 是否正常。检测正向对地阻值时，应将黑表笔接地端，红表笔搭在其他引脚上；检测反向对地阻值时，应将红表笔接地端，用黑表笔搭在其他引脚上，如图 8-61 所示，正常情况下微处理器 IC101 各引脚之间的对地阻值如表 8-3 所示。

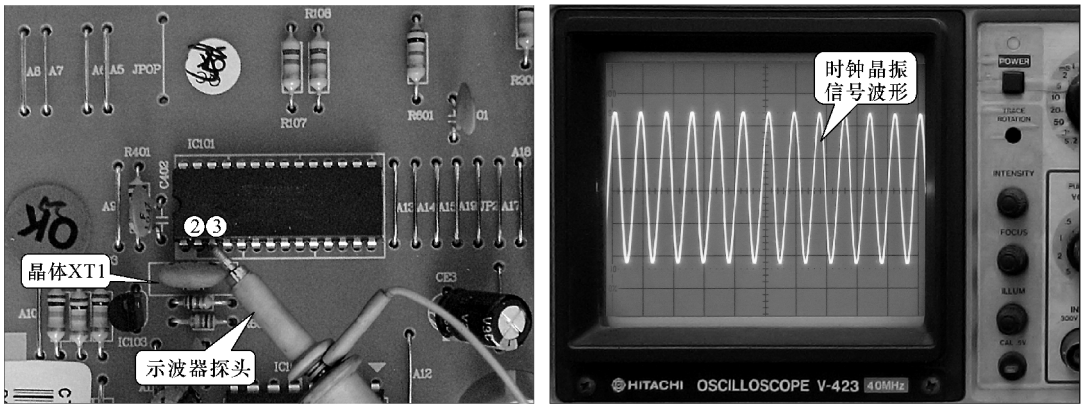


图 8-59　微处理器 IC101 时钟晶振信号的检测方法

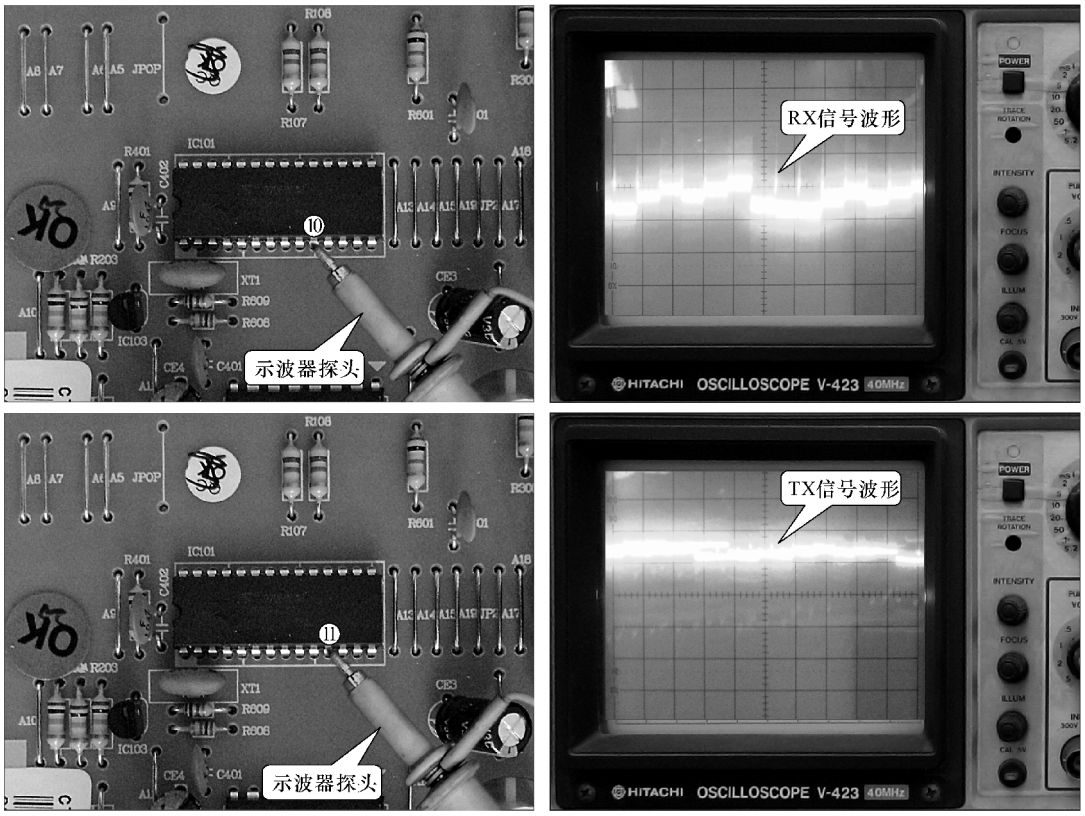


图 8-60　微处理器 IC101 的 RX 和 TX 信号的检测方法

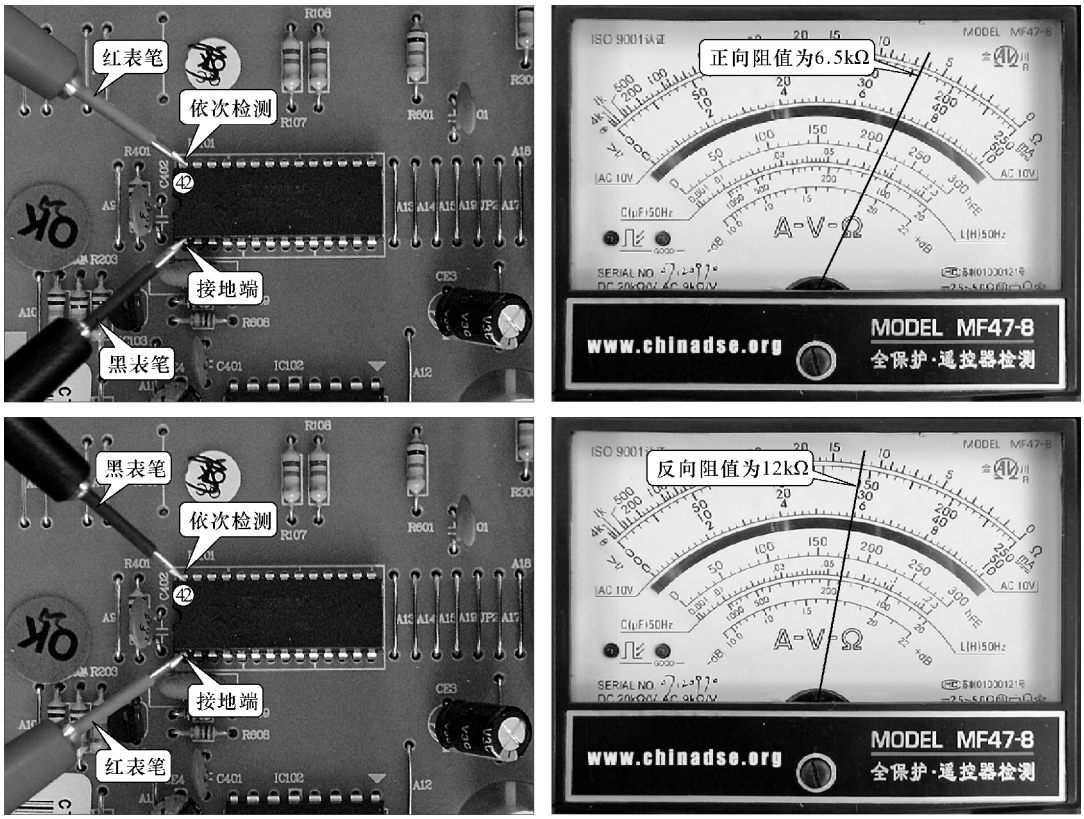


图 8-61　检测微处理器 IC101 各引脚之间的正向和反向对地阻值

表 8-3　微处理器 IC101 各引脚之间的对地阻值

引脚	正向对地阻值/（×1kΩ）	反向对地阻值/（×1kΩ）	引脚	正向对地阻值/（×1kΩ）	反向对地阻值/（×1kΩ）
①	0	0	⑮	6	8.5
②	7.5	13.5	⑯	6	8.5
③	7.5	13.5	⑰	6	8.5
④	0.6	0.6	⑱	7	12
⑤	2.2	2.2	⑲	7	11
⑥	7	5.3	⑳	7.5	12
⑦	6.5	11	㉑	7.5	12
⑧	6.5	11	㉒	6	8.2
⑨	7	11	㉓	7	11.5
⑩	8	13.8	㉔	6	11.5
⑪	7	11.5	㉕	6	11.5
⑫	6	8.5	㉖	6	11.5
⑬	6	8.5	㉗	6	11.5
⑭	6	8.5	㉘	6	11.5

（2）晶体 XT1 的检测

可用检测晶体 XT1 端波形的方法来判断晶体是否正常，在开机的状态下，将示波器的探头搭在晶体的引脚上时，便可以检测到时钟晶振信号的波形，如图 8-62 所示。

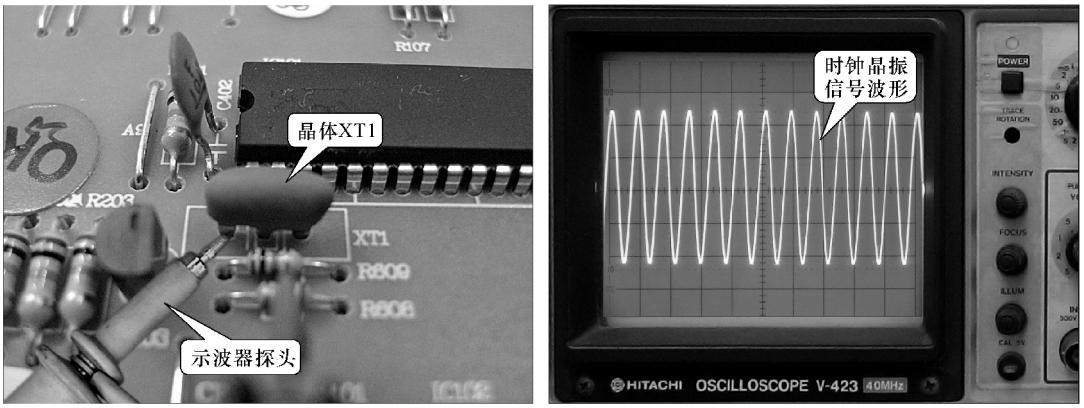


图 8-62　晶体 XT1 的检测方法

若晶体 XT1 的引脚端无时钟晶振信号波形，则可能是晶体本身损坏，也可能是微处理器损坏。可用代换法进行判定，即用性能良好的晶体进行代换，代换后若故障排除，则属于晶体故障，若代换后故障依旧，则可能是微处理器或外围元件损坏。

（3）反相器 IC102 的检测

对反相器 IC102 的 12V 供电电压进行检测，该电压可在反相器 IC102 的⑨脚上测得，如图 8-63 所示。

图 8-63　反相器 IC102 供电电压的检测方法

反相器 IC102 在供电电压正常的情况下，可用检测其各引脚之间正向和反向对地阻值的方法，来判断反相器 IC102 是否正常。检测正向对地阻值时，应将黑表笔接地端，红表笔搭在其他引脚上；检测反向对地阻值时，应将红表笔接地端，用黑表笔搭在其他引脚上，如图 8-64 所示，正常情况下反相器 IC102 各引脚之间的对地阻值如表 8-4 所示。

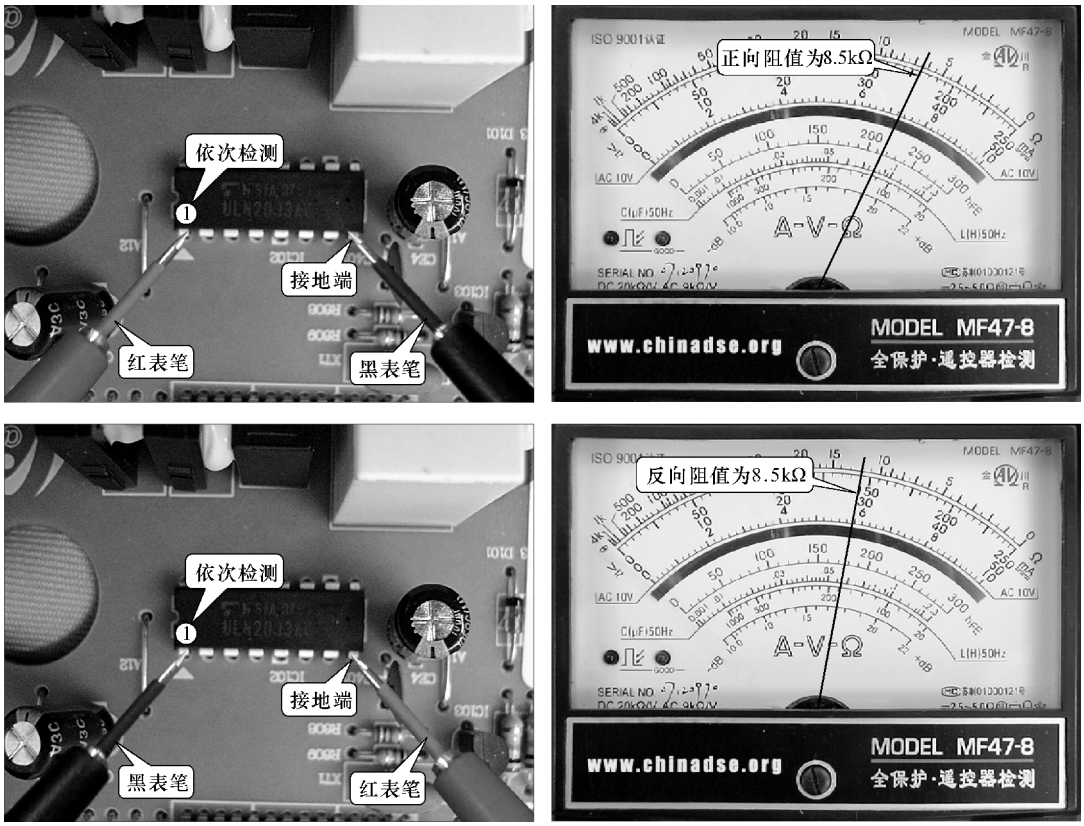


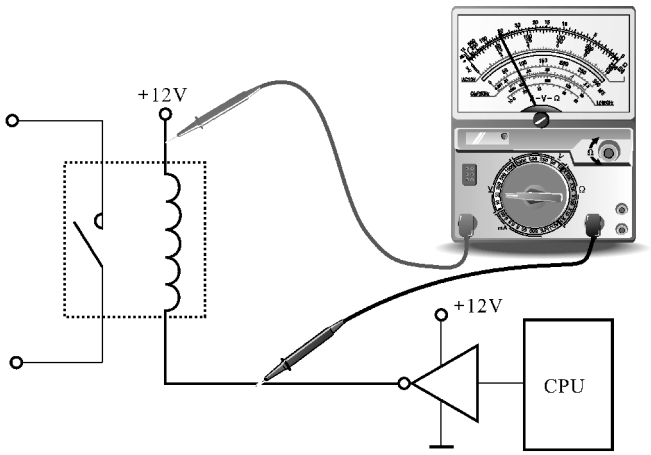
图 8-64　反相器 IC102 引脚正向和反向对地阻值的检测方法

表 8-4　反相器 IC102 各引脚之间的对地阻值

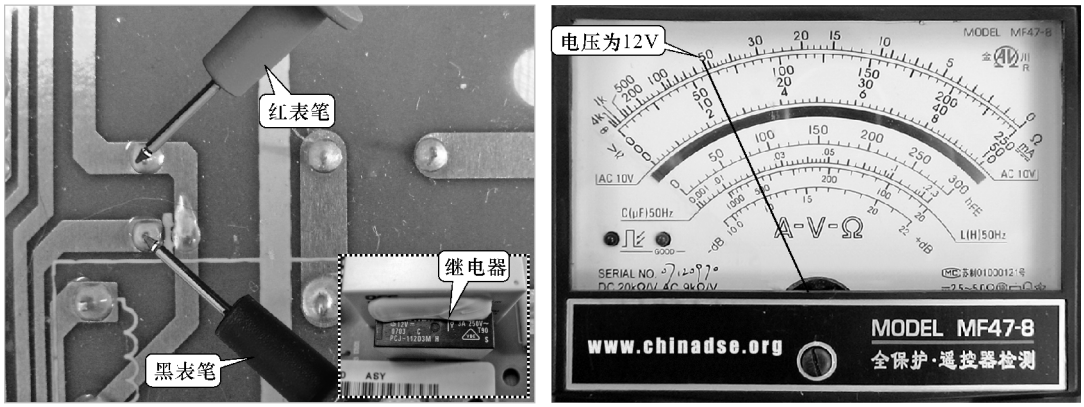
引脚	正向对地阻值/（×1kΩ）	反向对地阻值/（×1kΩ）	引脚	正向对地阻值/（×1kΩ）	反向对地阻值/（×1kΩ）
①	6	8.5	⑨	4	28
②	6	8.5	⑩	6.7	140
③	6	8	⑪	6.7	140
④	6	8	⑫	5	28
⑤	6	8.5	⑬	4.5	28
⑥	6	8.5	⑭	5	28
⑦	6	8.5	⑮	7	130
⑧	0	0	⑯	7	130

（4）继电器的检测

对电磁继电器进行检测，可先使用万用表对继电器控制一侧的电压进行检测，如图 8-65 所示，万用表调至“直流 50V”电压挡，将黑表笔搭在与反相器相连的引脚上，红表笔搭在供电引脚上，继电器工作状态下，可测得电压为 12V。



a）示意图



b）实物图

图 8-65　检测继电器的供电电压

供电正常，再对继电器触点一侧的电压进行检测，如图 8-66 所示，在继电器工作状态下，触点闭合，可测得电压为交流 220V。若测得电压不正常，说明继电器已损坏。

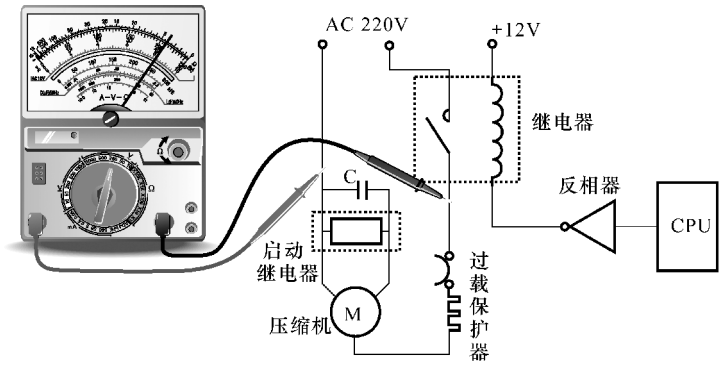
（5）风扇的检测

对电冰箱的风扇进行检测，可先使用万用表对风扇电动机的供电电压进行检测，如图 8-67 所示，将万用表调至“直流 50V”电压挡，将黑表笔搭在接地端上，红表笔搭在风扇供电端上，正常情况下，可测得电压为 12V。

确认电压正常，接下来使用万用表对风扇电动机的绕组阻值进行检测，如图 8-68 所示，将万用表调至“×100”欧姆挡，将红、黑表笔任意搭在风扇电动机的连接插件上，正常情况下，可测得阻值为 750Ω。

（6）温度传感器的检测

对电冰箱的温度传感器进行检测，可使用万用表对温度传感器的阻值进行检测，如图 8-69 所示，将万用表调至“×1k”欧姆挡，将红、黑表笔任意搭在温度传感器的接口上，在低温情况下（将温度传感器放入冷水中），可测得阻值为 11kΩ 左右；在高温情况下（将温度传感器放入热水中），可测得阻值为 2kΩ 左右。



a）示意图

b）实物图

图 8-66　检测继电器触点一侧的电压

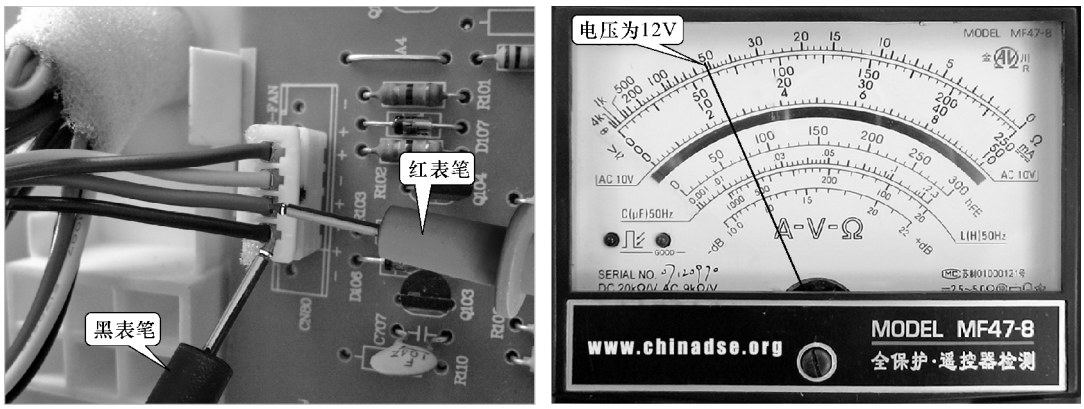


图 8-67　检测风扇的供电电压

（7）门开关的检测

对电冰箱的门开关进行检测，可使用万用表对其开启和闭合状态下的阻值进行检测，如图 8-70 所示，将万用表调至“ ×1”欧姆挡，红、黑表笔搭在门开关的连接插件上，在箱门打开状态，测得阻值为 0；在箱门闭合状态（用手按压门开关），测得阻值为无穷大。

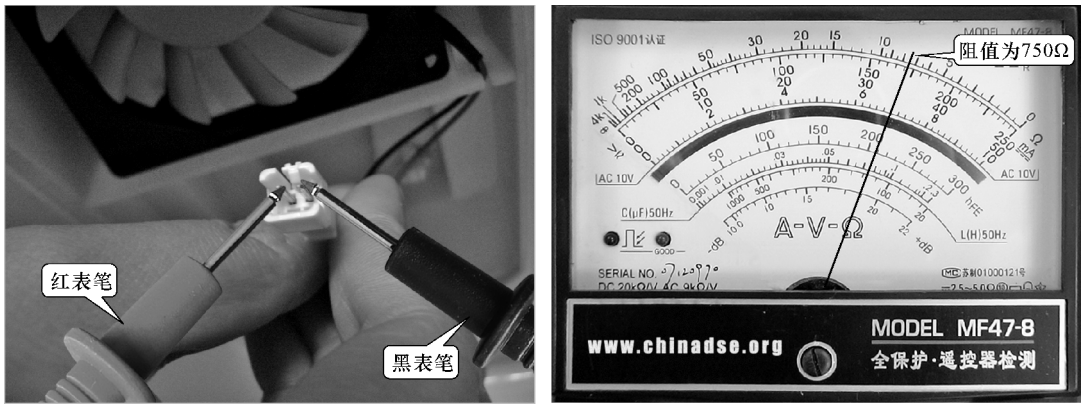


图 8-68　检测风扇的绕组阻值

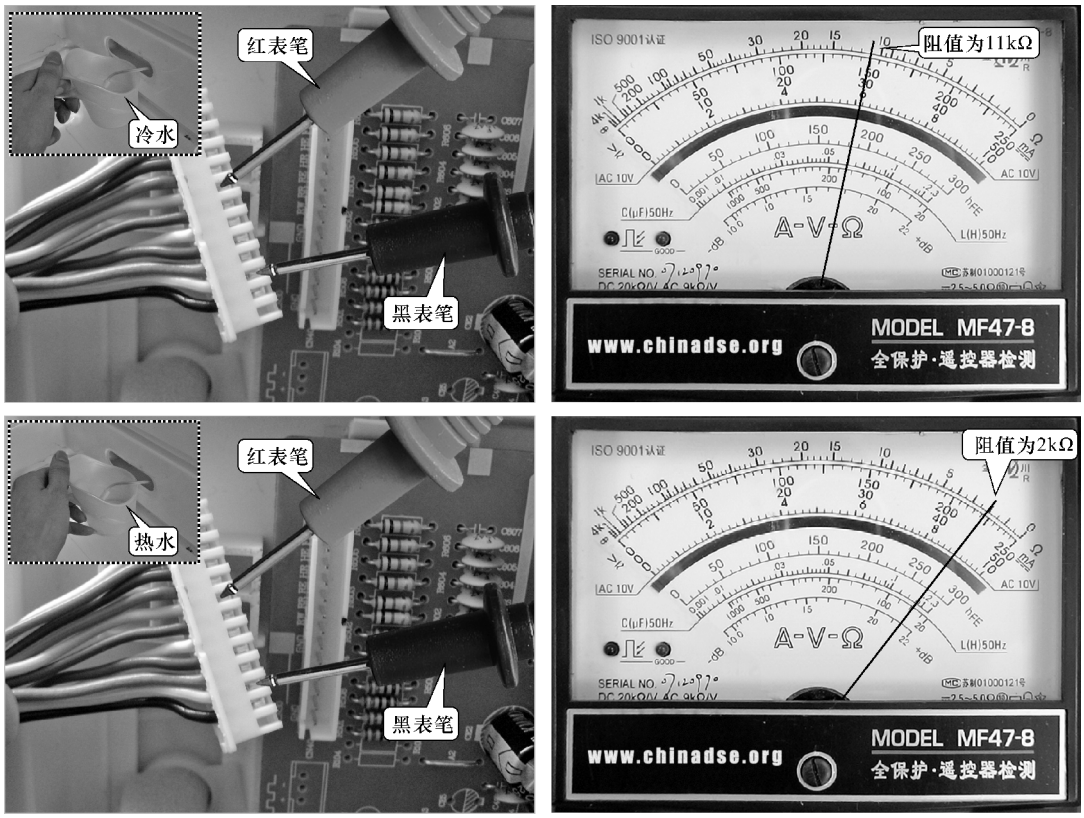


图 8-69　检测温度传感器

（8）照明灯的检测

对电冰箱的照明灯进行检测，可使用万用表先对其供电电压进行检测，如图 8-71 所示，将万用表调至“交流 250V”电压挡，将黑表笔搭在电源接口上（N 端），红表笔搭在照明灯供电端上，正常情况下，可测得电压为 220V 电压。

确定供电正常后，再对照明灯进行检测，如图 8-72 所示，将万用表调至“×10”欧姆挡，将红、黑表笔搭在灯泡的底端和螺口上，正常情况下，测得阻值为 165Ω。若测得阻值

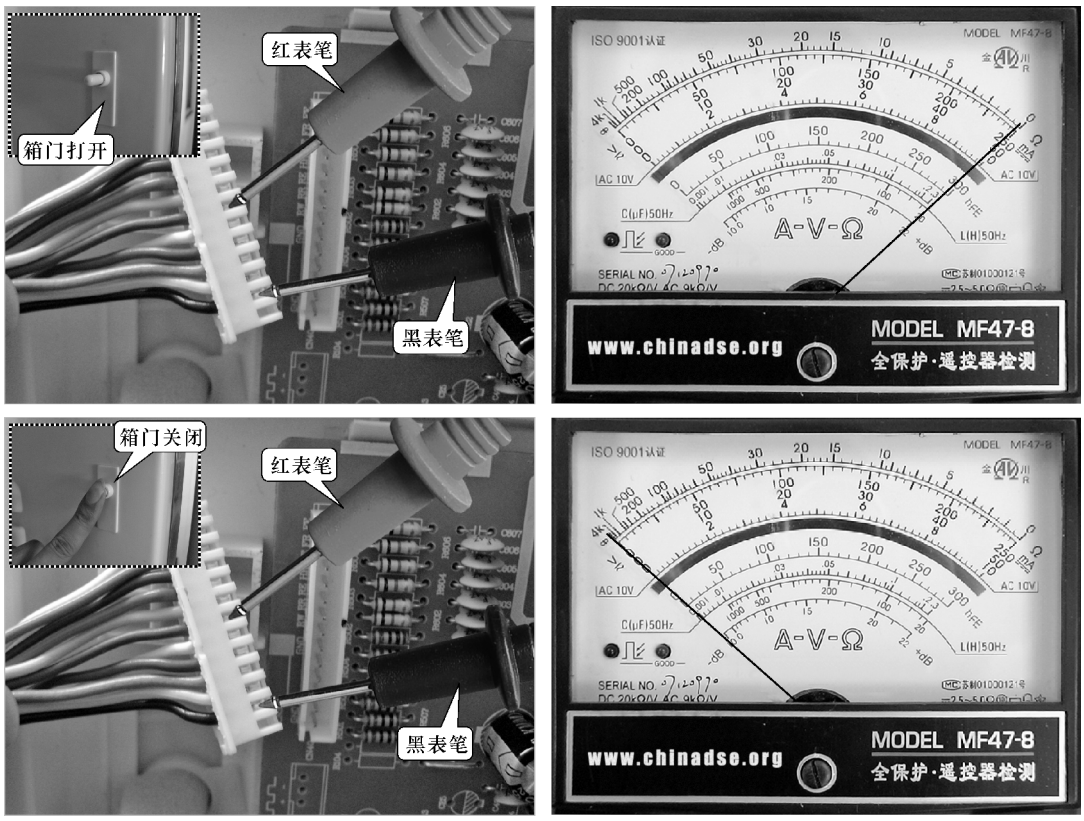


图 8-70　检测门开关

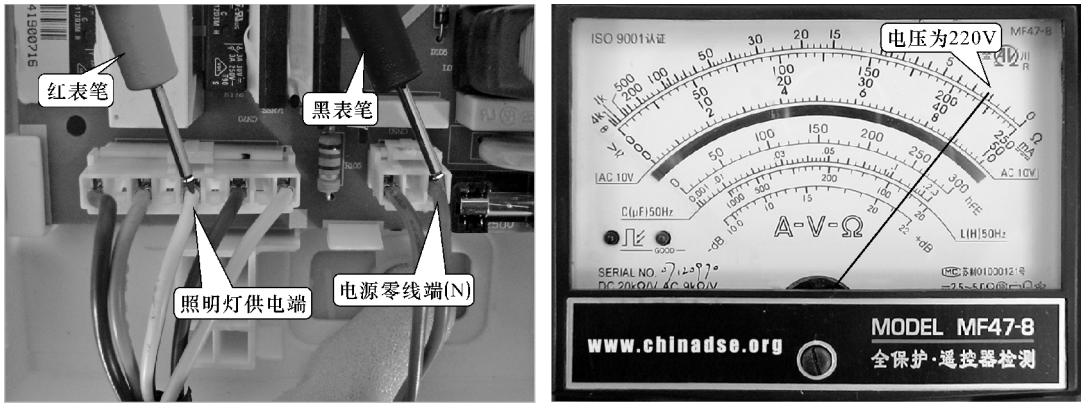


图 8-71　照明灯供电的检测

为 0 或无穷大，说明灯泡可能已损坏。

2. 电冰箱控制电路的检修案例训练

当电冰箱的控制电路出现故障后，则可根据其电路结构和信号流程进行检修分析，再按照其检修方法，对故障进行检修。下面就以控制电路典型的故障为例，介绍控制电路的检修实例。

图 8-72　检测照明灯泡

（1）海尔 BCD—248WBCS 型电冰箱通电后无法开机的故障检修实例

• 故障表现

海尔 BCD—248WBCS 型电冰箱，通电后无法开机，显示屏无显示。

• 检修分析

海尔 BCD—248WBCS 型电冰箱，出现通电后无法开机，显示屏无显示的故障时，则可能是控制电路中有损坏的元器件造成的，如图 8-73 所示为海尔 BCD—248WBCS 型电冰箱的控制电路，该电路主要是由微处理器 IC1（S3F9498－32）、晶体 XT1（4MHz）以及反相器 IC2（ULN2003）等组成的。

① 微处理器 IC1（S3F9498－32）的㉜脚为 5V 电压供电端，首先对微处理器的供电电压进行检测，若供电电压不正常，则微处理器 IC1 无法正常工作。

② 微处理器 IC1（S3F9498－32）的②脚和③脚与晶体 XT1 相连，用来产生 4MHz 的时钟晶振信号，对微处理器 IC1 的时钟晶振信号进行检测，若波形不正常，则可能是晶体 XT1 或微处理器 IC1 损坏。

③ 微处理器 IC1（S3F9498－32）的⑨脚为 TX 信号输出端，⑳脚为 RX 信号输入端。对微处理器 IC1 的 TX 和 RX 信号进行检测，在供电电压和时钟晶振信号正常的情况下，若 IC1 输出的 TX 信号不正常，则可能是微处理器 IC1 本身损坏。

• 检测方法

对微处理器 IC1（S3F9498－32）的供电电压进行检测，正常情况下，该电压可在微处理器 IC1 的㉜脚上测得，如图 8-74 所示，实测供电电压正常。

查压缩机控制信号，开机后微处理器 IC1㉒脚应输出高电平控制信号（5V），经反相器 IC2 放大后变成低电平加到继电器 K2 的控制端。用万用表检测 IC1㉒脚，无高电平信号输出，如图 8-75 所示。

再测 CPU㉓～㉘脚均无信号输出，表明 CPU 损坏，更换后，故障排除。

（2）LG GR－Q27NCLE 型电冰箱通电后不制冷的故障检修实例

• 故障表现

LG GR－Q27NCLE 型电冰箱，通电开机后，显示屏显示正常，但不制冷。

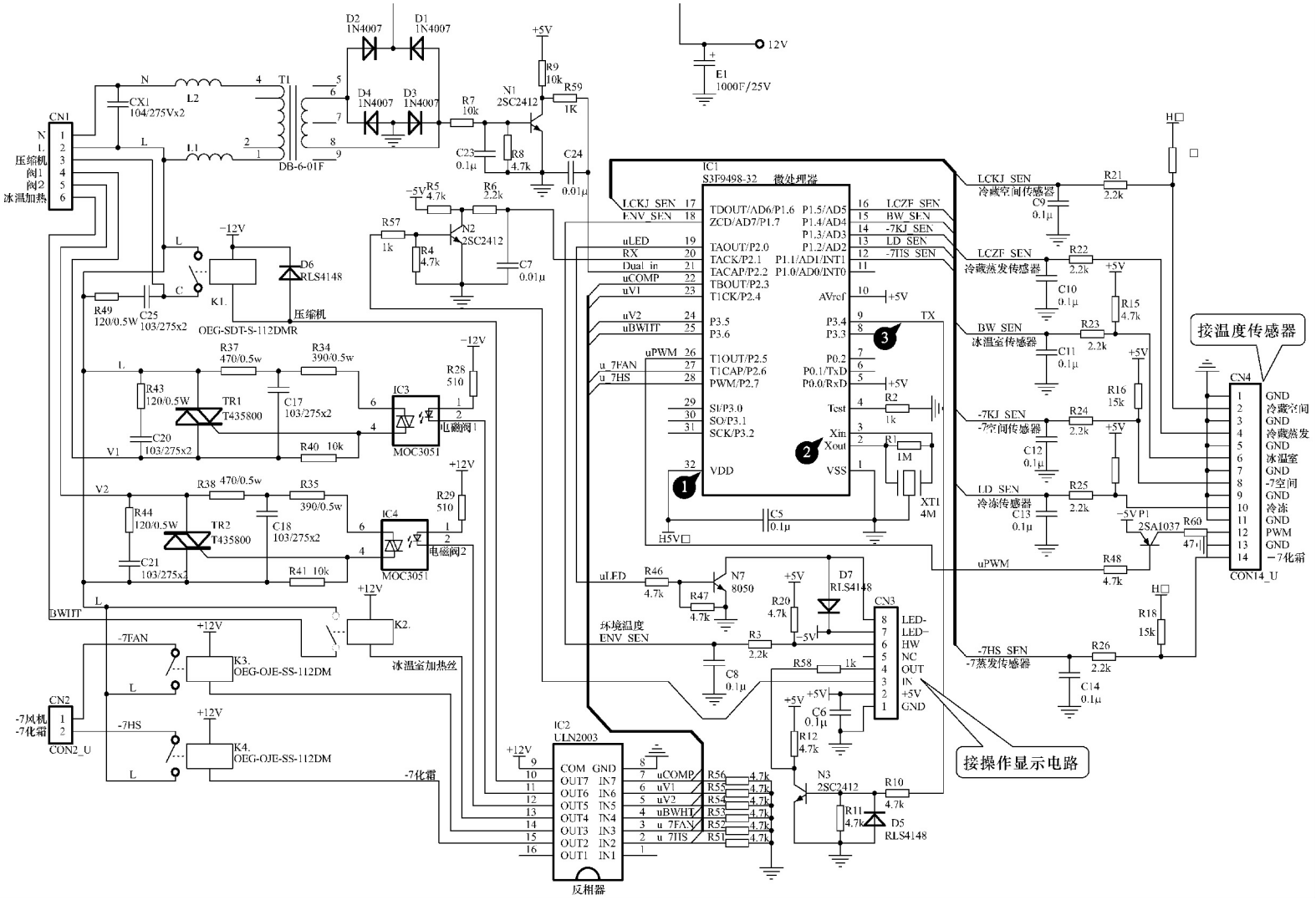


图8-73 海尔BCD-248WBCS型电冰箱的控制电路

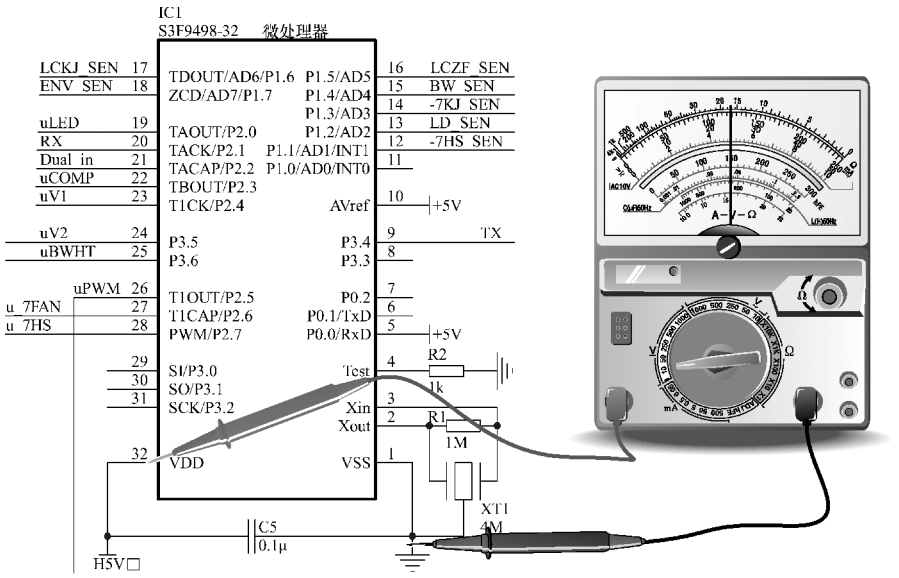


图 8-74　微处理器 IC1 供电电压的检测方法

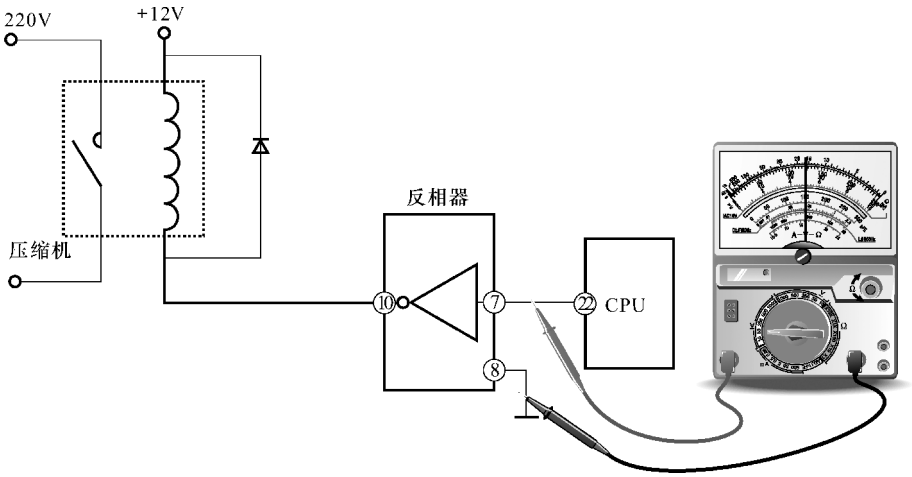


图 8-75　检测微处理器输出的控制信号

- **检修分析**

LG GR－Q27NCLE 型电冰箱，出现通电开机后，显示屏显示正常，但不制冷的故障时，则可能是控制电路中有损坏的元器件造成的，如图 8-76 所示为 LG GR－Q27NCLE 型电冰箱的控制电路，该电路主要是由微处理器 IC1（TMP87P809N）、晶体 OSC1（4MHz）以及反相器 IC6（ULN2003A）等组成的。

① 微处理器 IC1（TMP87P809N）的㉘脚为 5V 电压供电端，首先对微处理器的供电电压进行检测，若供电电压不正常，则微处理器 IC1 无法正常工作。

② 微处理器 IC1（TMP87P809N）的①脚和②脚与晶体 OSC1 相连，用来产生 4MHz 的时钟晶振信号，对微处理器 IC1 的时钟晶振信号进行检测，若波形不正常，则可能是晶体 XT1 或微处理器 IC1 损坏。

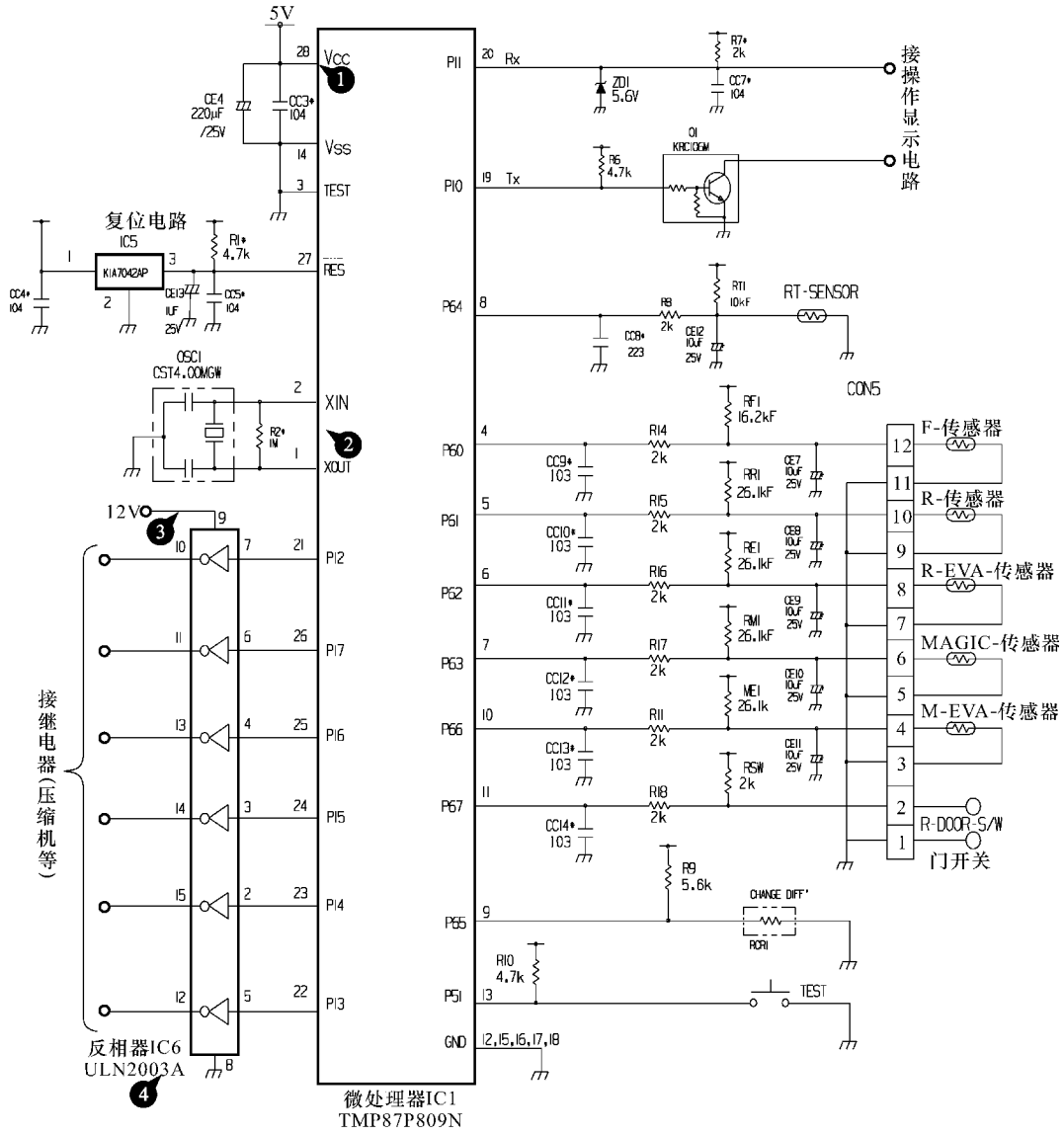


图 8-76　LG GR－Q27NCLE 型电冰箱的控制电路

③ 反相器 IC6（ULN2003A）的⑨脚为 12V 直流电压供电端，对反相器 IC6 的供电电压进行检测，若供电电压不正常，则反相器 IC6 无法正常工作。

④ 由微处理器 IC1 输出的控制信号送入反相器 IC6 的②～⑦脚，然后由⑩～⑮脚输出，送往继电器中，再由继电器控制压缩机的得电与失电。若压缩机不工作，则应对反相器 IC6 本身进行检测。

- **检测方法**

对微处理器 IC1（TMP87P809N）的供电电压进行检测，正常情况下，该电压可在微处理器 IC1 的㉘脚上测得 +5V 电压，如图 8-77 所示，实测供电电压正常。

接着对微处理器 IC1 的时钟晶振信号进行检测，该信号可在 IC1 的①脚和②脚上测得，

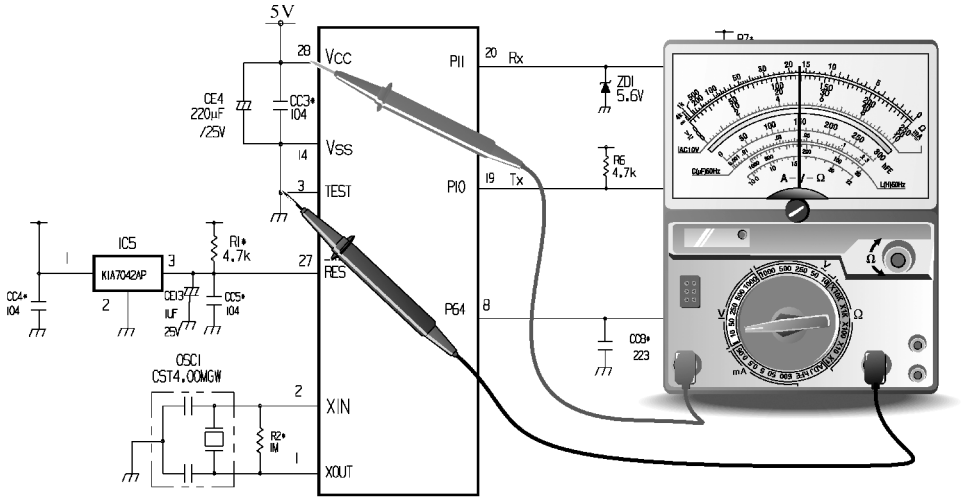


图 8-77　微处理器 IC1 供电电压的检测方法

如图 8-78 所示，实测时钟晶振信号正常，说明微处理器及晶体是正常的。

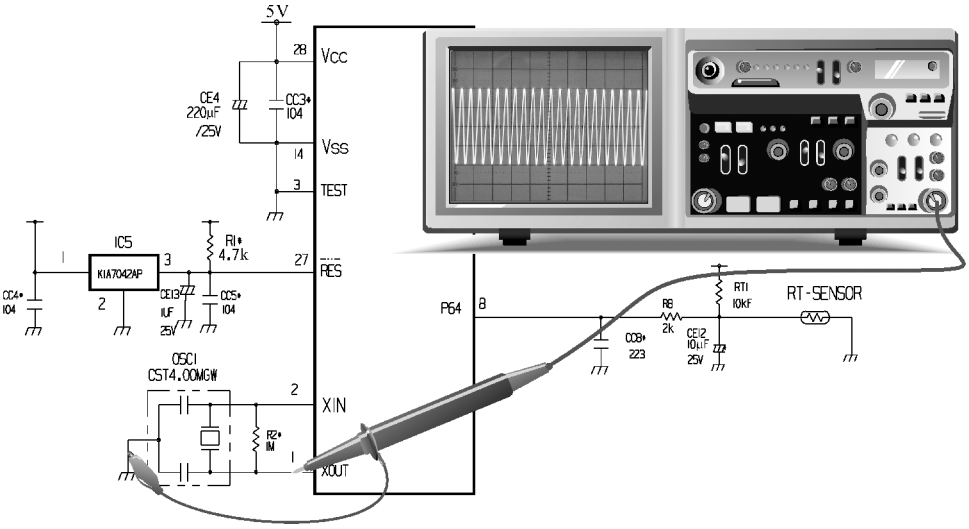


图 8-78　微处理器 IC1 时钟晶振信号的检测方法

对反相器 IC6 的供电电压进行检测，实测 IC6 的⑨脚 12V 供电电压正常，如图 8-79 所示。

对反相器 IC6 本身进行检测，正常情况反相器的输入端为高电平时，反相器输出端为低电平，输入端为低电平时，输出端则为高电平，实测反相器的⑩～⑮脚，输出电压失常，如图 8-80 所示。怀疑反相器 IC6 本身损坏，用同型号进行代换后，通电试机，故障排除。

（3）三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱照明灯不亮的故障检修实例

• 故障表现

三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱，通电运行后，一切正常，但打开冰箱门后，发现电冰箱内的照明灯不亮。

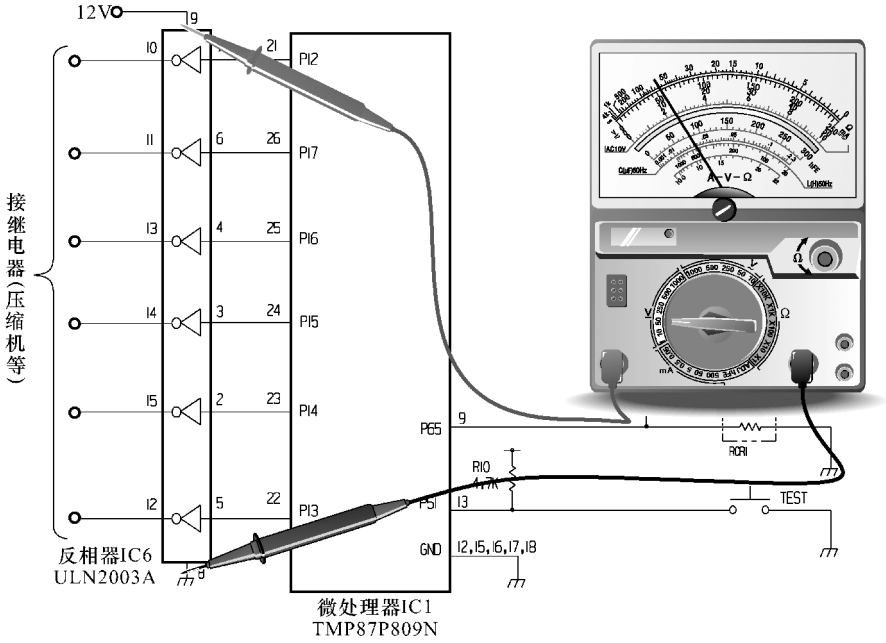


图 8-79　反相器 IC6 供电电压的检测方法

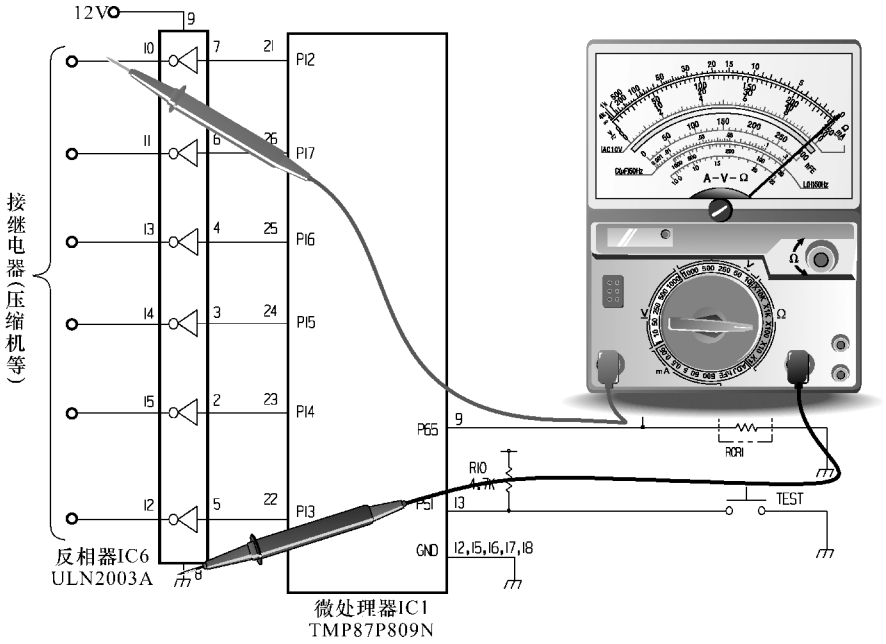


图 8-80　反相器 IC6 引脚之间阻值的检测方法

- **检修分析**

三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱，照明灯不亮，怀疑可能是照明灯泡本身或控制电路中有损坏的元器件造成的，如图 8-81 所示为三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱的控制电路，该电路主要是由微处理器 IC01、反相器、蜂鸣器、继电器以及照明灯等主要部件构成的。

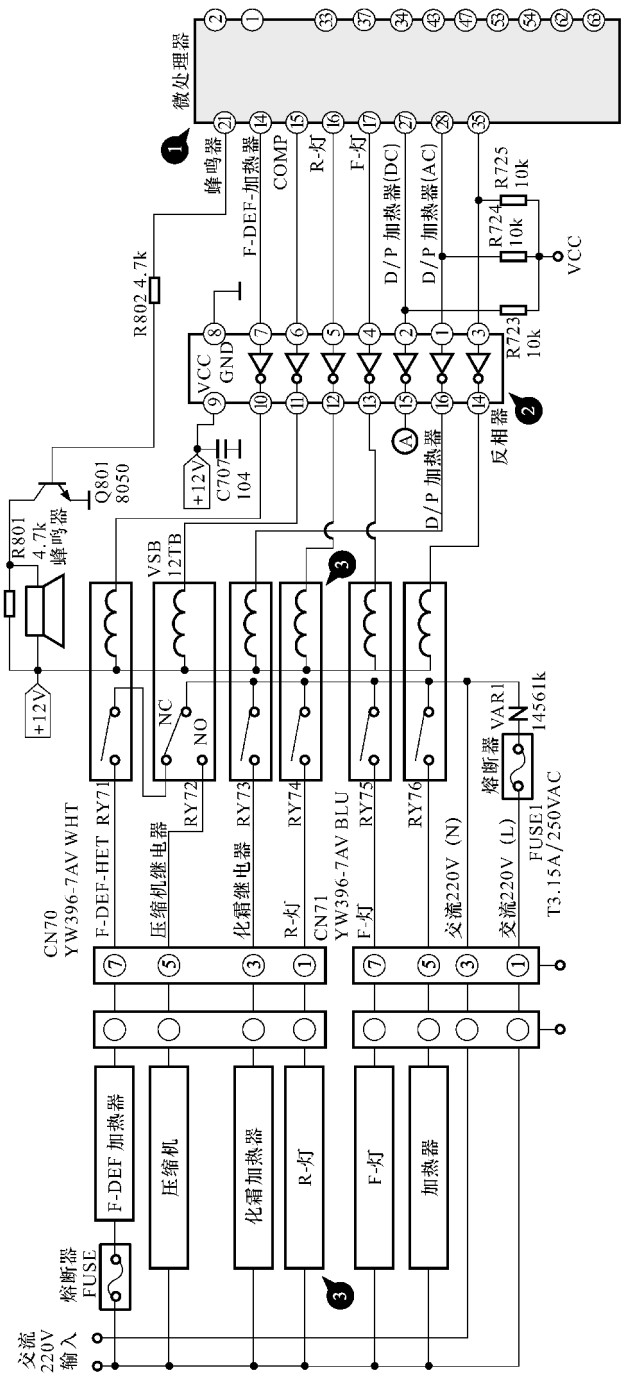


图 8-81　三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱的控制电路

① 微处理器 IC01 的㉑脚与蜂鸣器相连，其⑭～⑰脚、㉗、㉘、㉟脚分别与反相器相连，用以输出控制信号。对微处理器进行检查，首先应对供电电压进行检测，若供电电压不正常，则微处理器 IC01 无法正常工作。

② 反相器的⑨脚为 12V 直流电压供电端，对反相器的供电电压进行检测，若供电电压不正常，则反相器无法正常工作。

③ 由微处理器 IC01 输出的控制信号送入反相器的① ~ ⑦脚，然后由⑩ ~ ⑯脚输出，送往继电器中，再由继电器控制照明灯等主要部件的得电与失电。若照明灯不工作，则应对照明灯及其继电器等进行检测。

- **检测方法**

首先使用万用表检测电冰箱的照明灯是否正常，将照明灯拆下，检测照明灯的阻值是否正常，如图 8-82 所示，经检测发现照明灯正常。

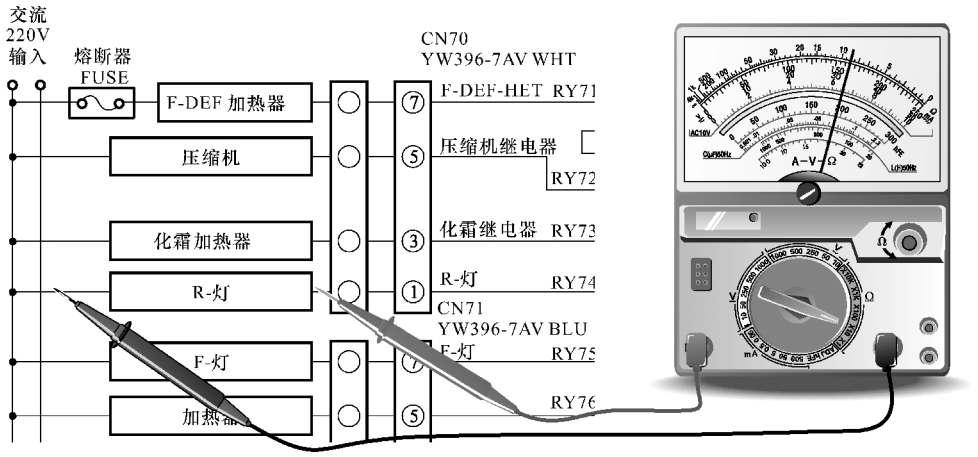


图 8-82　检测照明灯

接下来，检测反相器是否正常，如图 8-83 所示，经检测发现反相器的 12V 电压正常，说明反相器的供电正常。

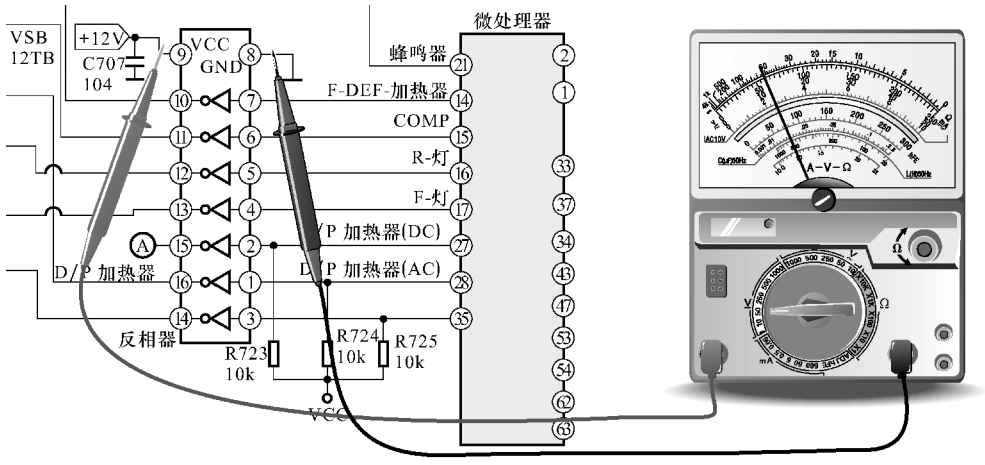


图 8-83　检测反相器的供电

使用万用表对照明灯的继电器 RY74 进行检测，首先对继电器线圈一侧的供电进行检

测，如图 8-84 所示。将箱门打开，发现继电器 RY74 线圈一侧有 12V 电压。

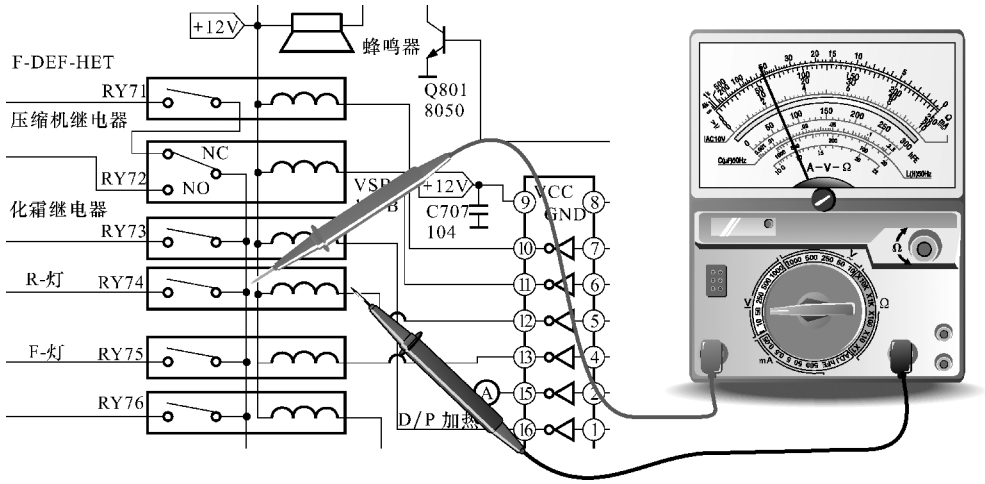


图 8-84　检测继电器的供电

继续对继电器 RY74 触点一侧的电压进行检测，如图 8-85 所示。箱门在打开的情况下，照明灯的触点应处于闭合状态，触点两端电压应为 0。经检测，发现继电器触点一侧的电压为交流 220V，说明该继电器已损坏，对其进行代换后，故障排除。

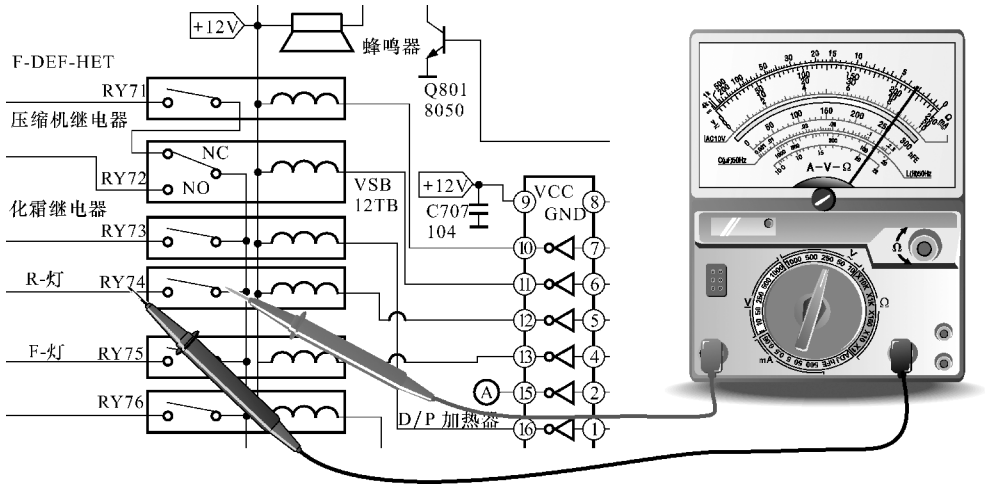


图 8-85　检测继电器的触点

（4）海尔 YA555 型电冰箱不制冰的故障检修实例

• 故障表现

海尔 YA555 型电冰箱，通电运行后，一切正常，使用电冰箱进行制冰操作时，发现电冰箱不能制冰。

• 检修分析

海尔 YA555 型电冰箱，不能制冰，怀疑制冰电路、制冰传感器或制冰开关可能有故障，如图 8-86 所示为海尔 YA555 型电冰箱的制冰电路，该电路主要是由驱动控制芯片 IC2

（BA6222）、制冰电动机、接口 CN3 以及外围元器件等构成。

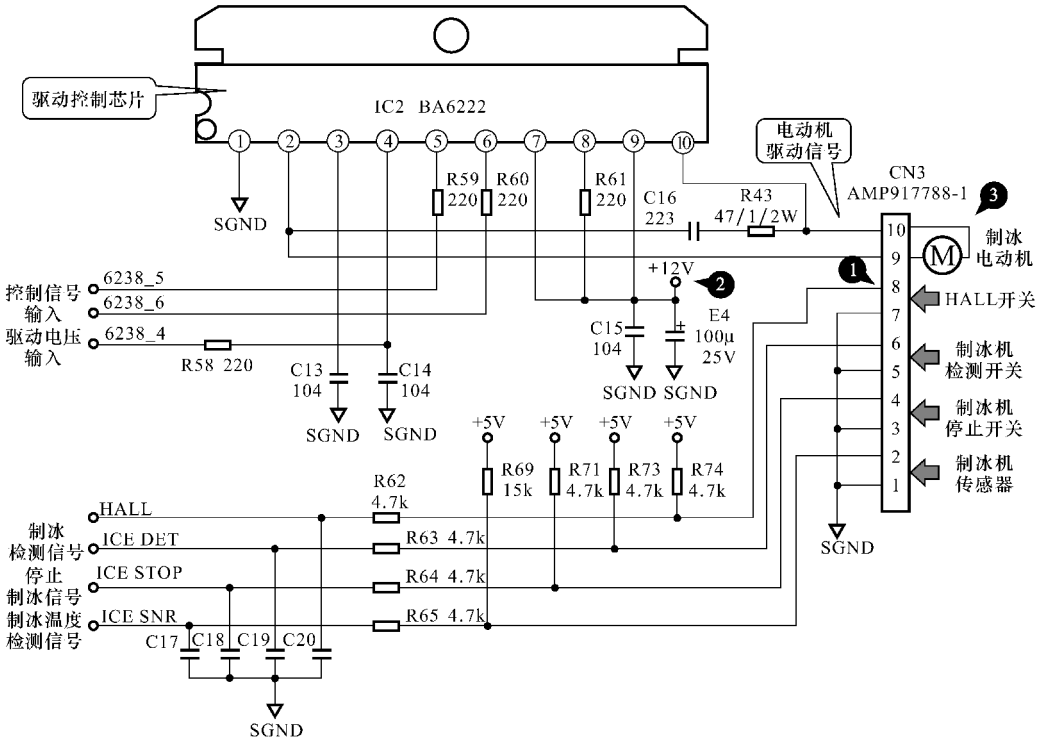


图 8-86　海尔 YA555 型电冰箱的制冰电路

① 电冰箱通电后，打开电冰箱制冰的启动开关，启动信号会送入微处理器中，微处理器会输出控制信号和供电电压，送到驱动控制芯片中。若制冰启动开关出现故障，会使制冰电路不工作。

② 驱动控制芯片 IC2（BA6222）输出电动机驱动信号，驱动制冰电动机工作，对驱动控制芯片的供电电压进行检测，若供电电压不正常，则驱动控制芯片无法正常工作。

③ 制冰电动机接收到驱动信号后，便开始制冰工作。对制冰电动机进行检查，若电动机发生故障，就需要对制冰电动机进行检测。

链接：

如图 8-87 所示为驱动控制芯片 BA6222 的内部结构。从内部结构可知，驱动控制芯片 BA6222 可通过两个引脚输入控制信号，来对制冰电动机的旋转方向进行控制。

- **检测方法**

首先使用万用表检测电冰箱的制冰开关是否正常，将电冰箱通电，检测制冰开关是否有电信号输出，如图 8-88 所示，在按下开关的一瞬间，万用表可检测到 0 ~ 5V 的电压变化，说明制冰开关正常。

接下来，使用万用表对驱动控制芯片 IC2 的供电电压进行检测，如图 8-89 所示，发现该芯片供电电压正常，怀疑该芯片损坏，使用同型号的驱动控制芯片进行代换后，故障依旧存在，说明芯片没有损坏，可能是制冰电动机发生故障。

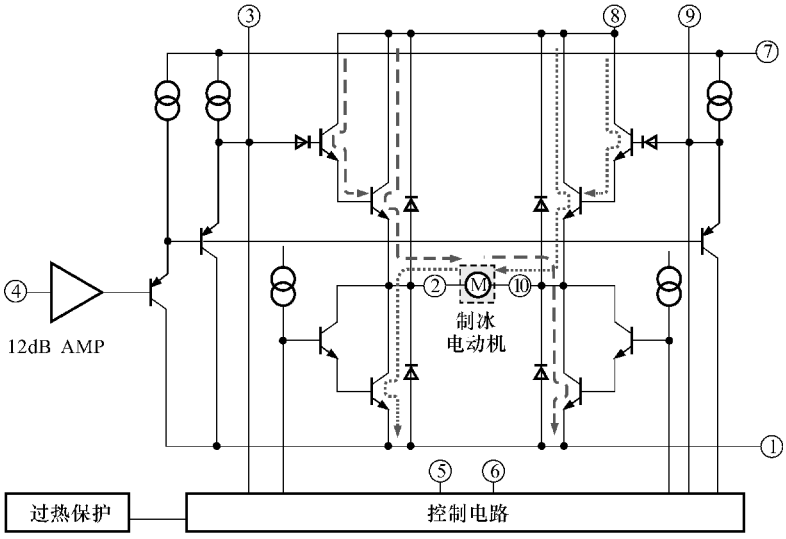


图 8-87　驱动控制芯片 BA6222 的内部结构

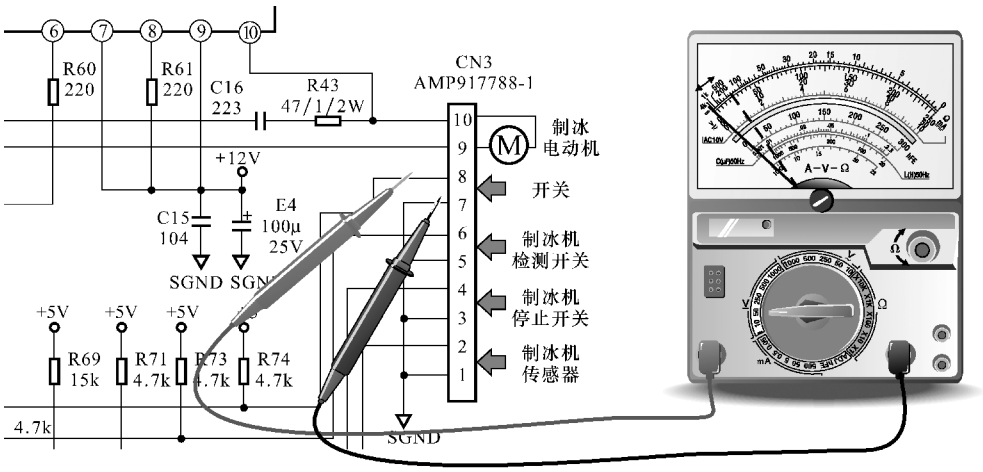


图 8-88　检测制冰开关

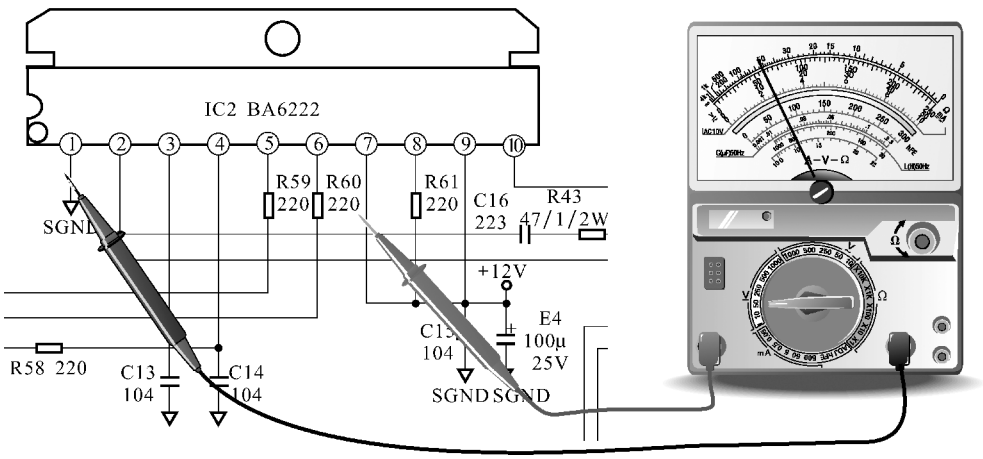


图 8-89　检测驱动控制芯片

使用万用表对制冰电动机的绕组阻值进行检测，如图 8-90 所示，经检测发现制冰电动机绕组阻值为无穷大，说明电动机已损坏，将电动机代换后，电冰箱可进行制冰操作，故障排除。

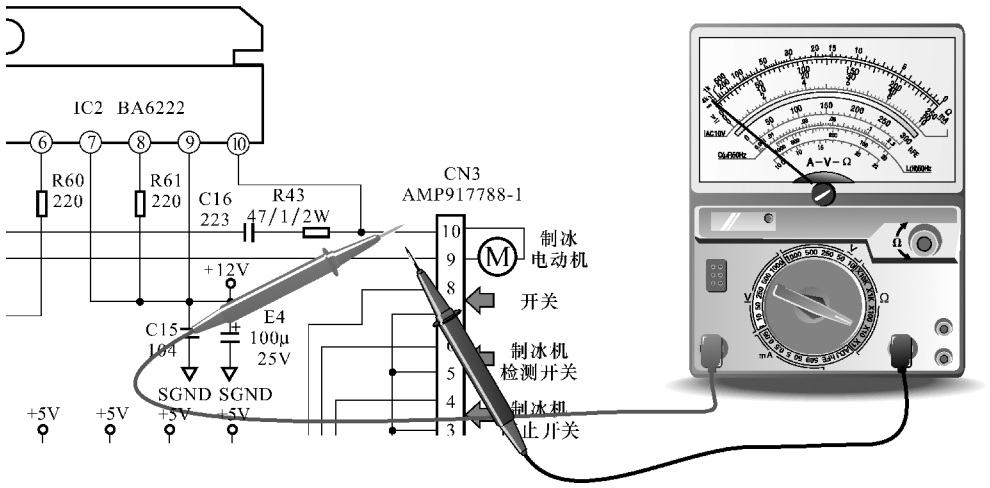


图 8-90　检测制冰电动机

8.3　掌握电冰箱操作显示电路的检修方法

8.3.1　电冰箱操作显示电路的检修分析

1. 电冰箱操作显示电路的结构特点

电冰箱的操作显示电路一般位于电冰箱的冷藏室门上，在使用电冰箱时，通过操作显示电路面板上的按键进行人工指令的输入，来控制电冰箱的工作状态，同时通过显示屏显示当前的工作状态，如图 8-91 所示为三星 BCD－226 型电冰箱的操作显示电路。

由图可知，三星 BCD－226 型电冰箱的操作显示电路主要是由操作按键、蜂鸣器、显示屏、微处理器、反相器（ULN2003A）以及数据接口电路（74HC595D）等组成的。

（1）操作按键

电冰箱的操作按键主要采用 4 个引脚的微动开关，在操作按键中 4 个引脚上有两个连接点，该电冰箱共有 4 个按键，分别用来进行间室选择、温度调节键以及功能选择控制，如图 8-92 所示。

（2）蜂鸣器

在电冰箱中蜂鸣器主要的功能是发出报警信号，用来提示电冰箱的工作状态，如图 8-93 所示。

（3）热敏电阻

热敏电阻（RT）是用于检测环境温度的传感器，它将环境温度转换为电信号，为微处理器提供温度信息。如图 8-94 所示是热敏电阻的实物外形，图中示出了它的安装位置。

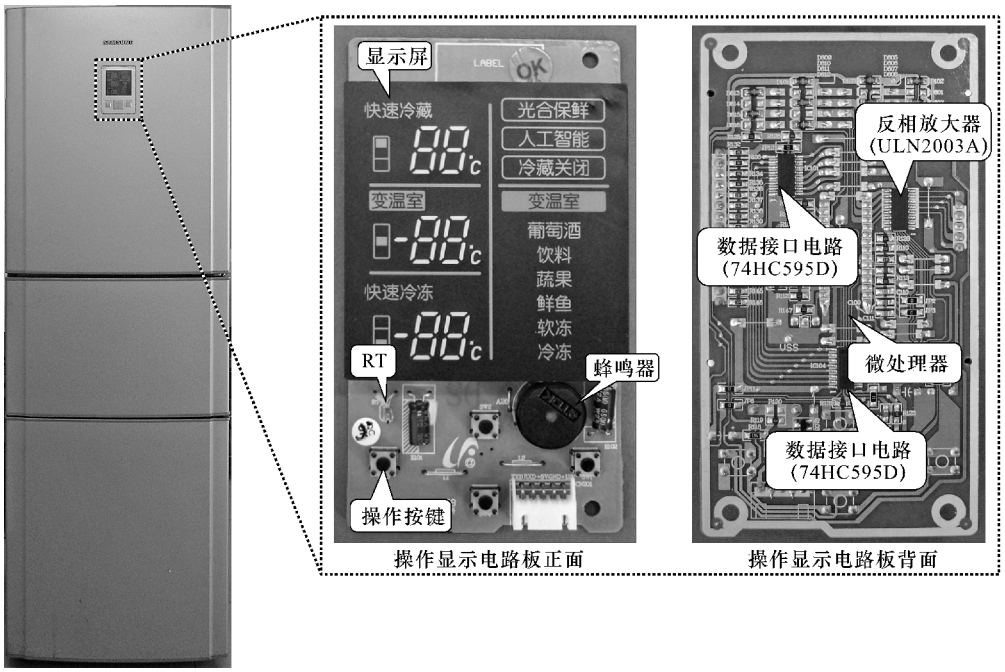


图 8-91　三星 BCD－226 型电冰箱的操作显示电路

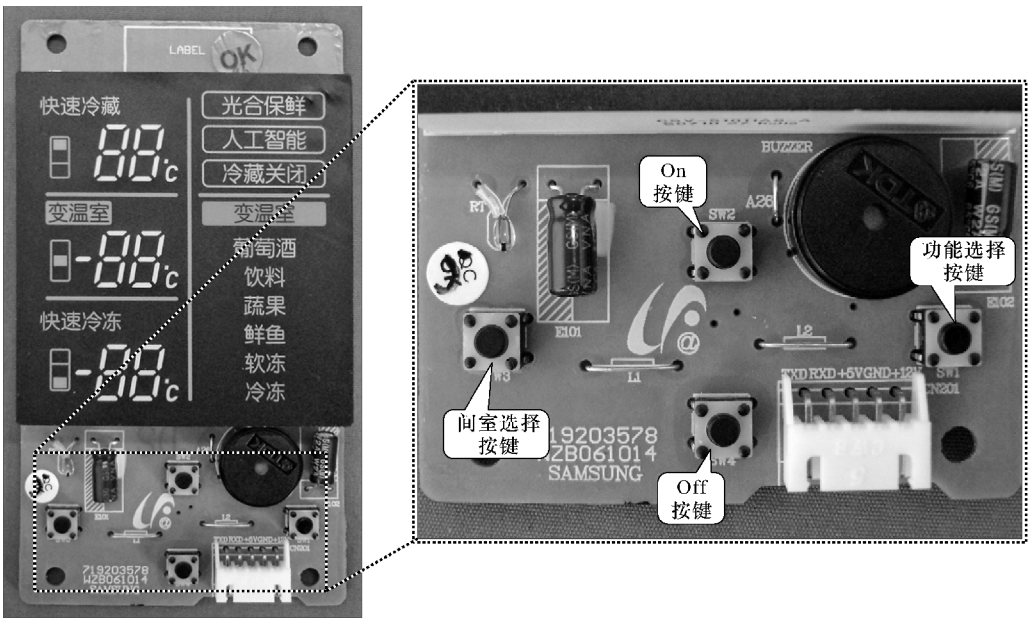


图 8-92　操作按键的实物外形

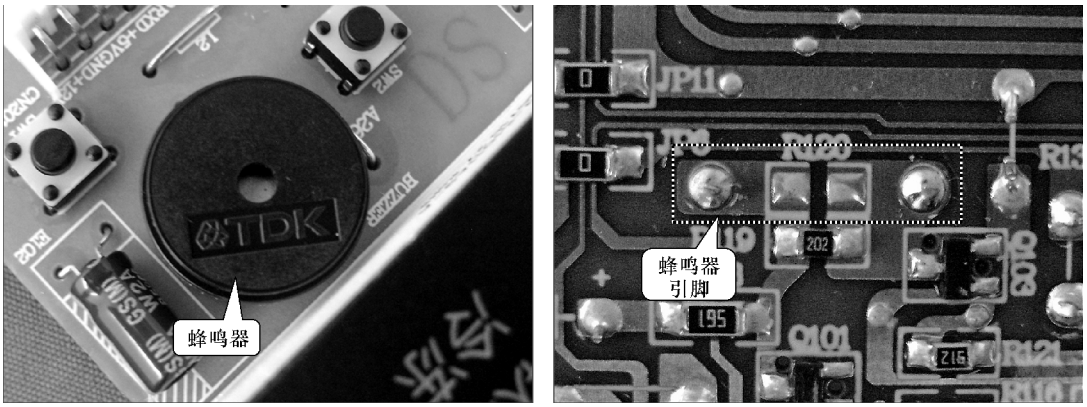


图 8-93　蜂鸣器的实物外形

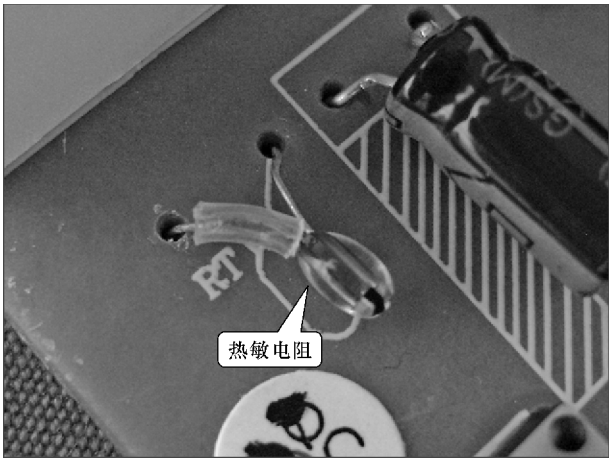


图 8-94　热敏电阻的实物外形

提示：

对于热敏电阻来说，如果当温度升高时所测得的阻值比正常温度下所测得阻值大，则表明该热敏电阻器为正温度系数热敏电阻器；如果当温度升高时所测得的阻值比正常温度下测得的阻值小，则表明该热敏电阻器为负温度系数热敏电阻器。

（4）显示屏

电冰箱中的显示屏主要是用来显示电冰箱当前的工作状态，如图 8-95 所示，根据显示区域的不同提示电冰箱运行的状态也是不同的。

链接：

通常在显示屏下方安装有操作显示电路中的微处理器芯片，该类芯片一般较为隐蔽，不易找到其型号以及相关标识，只能看到其引脚焊点，如图 8-96 所示。

（5）反相放大器

反相放大器用以放大微处理器输出的控制信号以便有足够的功率去驱动继电器或步进电动机（风扇电动机），在电冰箱的操作显示电路中常安装于电路板的背部，如图 8-97 所示为反相放大器（ULN2003A）的实物外形以及其内部结构。

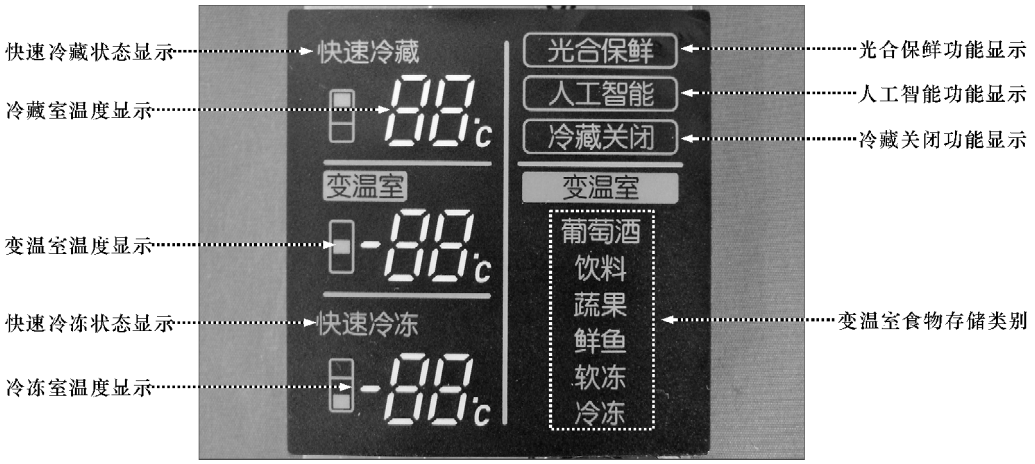


图 8-95　显示屏的实物外形

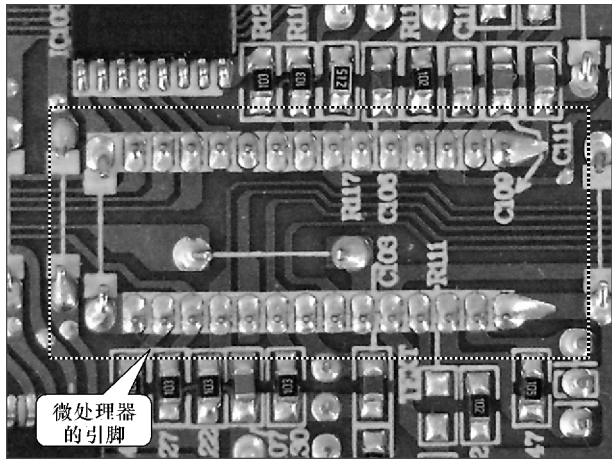
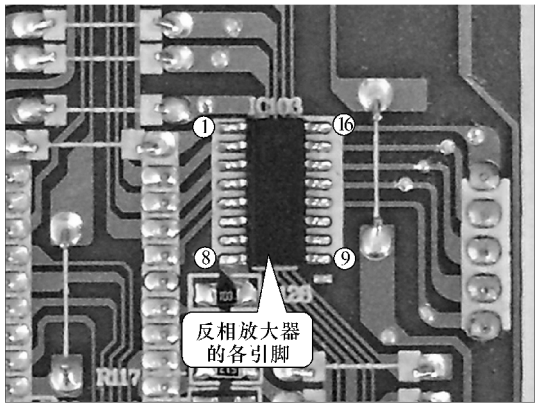


图 8-96　操作显示电路中的微处理器引脚



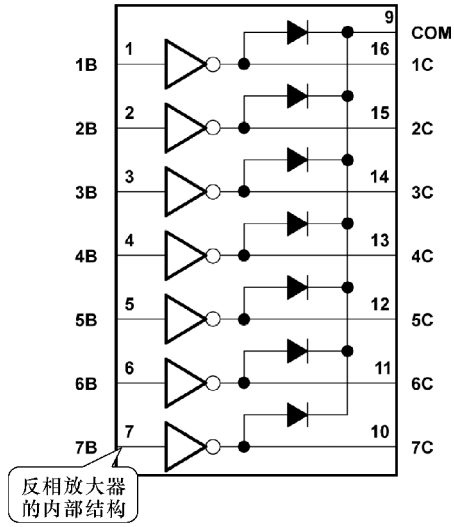
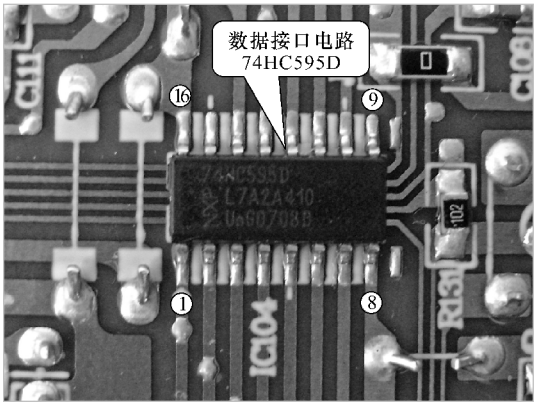


图 8-97　反相放大器（ULN2003A）的实物外形及内部结构

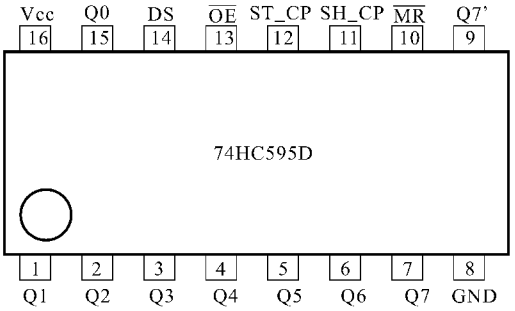
通过图 8-97 可知，反相放大器（ULN2003A）的⑨脚为供电端、① ~ ⑦脚为信号输入端、⑩ ~ ⑯脚为信号输出端。

（6）数据接口电路

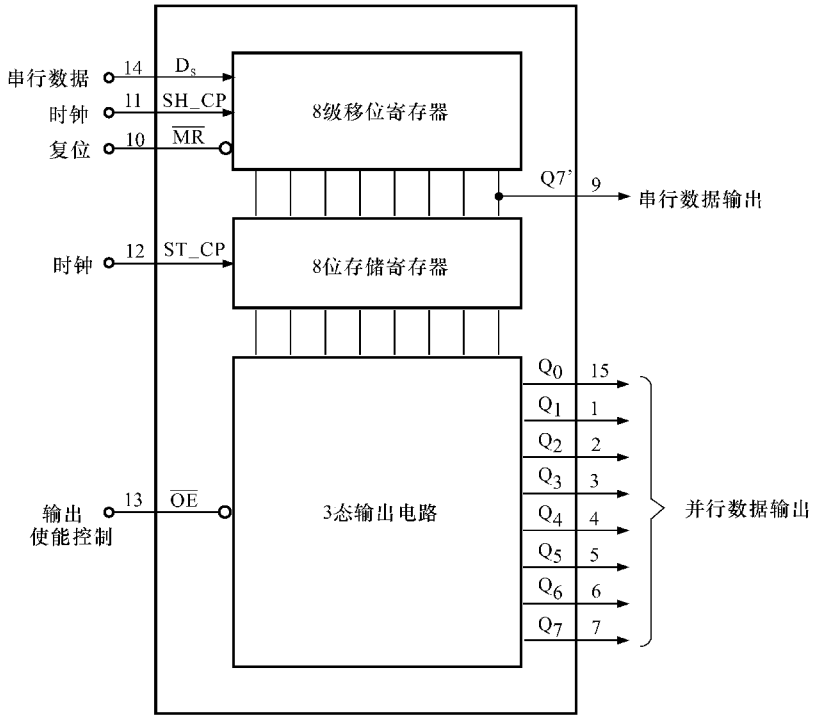
该机的数据接口电路采用 8 位移位寄存器，它可将 1 位串行数据变为 8 位并行数据，经转换后可输出多路并行或串行数据。如图 8-98 所示为数据接口电路（移位寄存器）（74HC595D）的实物外形以及引脚功能。



a) 外形



b) 引脚排列



c) 功能框图

图 8-98　数据接口电路（移位寄存器）（74HC595D）的实物外形

提示：

数据接口电路（74HC595D）各引脚代表的含义如表 8-5 所示。

表 8-5　数据接口电路（74HC595D）各引脚的含义

引脚	符号	含义	引脚	符号	含义
①	Q1	并行数据输出	⑨	Q7’	串行数据输出
②	Q2	并行数据输出	⑩	$\overline{MR}$	复位
③	Q3	并行数据输出	⑪	SH_ CP	移位寄存器时钟输入
④	Q4	并行数据输出	⑫	ST_ CP	存储寄存器时钟输入
⑤	Q5	并行数据输出	⑬	$\overline{OE}$	输出使能控制
⑥	Q6	并行数据输出	⑭	DS	串行数据输入
⑦	Q7	并行数据输出	⑮	Q0	并行数据输出
⑧	GND	接地	⑯	Vcc	正电源供电端

2. 电冰箱操作显示电路的检修流程

若电冰箱的操作显示电路出现故障，通常表现为按键失灵、控制不正常、显示异常等现象，对操作显示电路进行检修时，应首先了解其信号流程和检修流程。

（1）操作显示电路的结构和工作原理

如图 8-99 所示是一种典型电冰箱（三星 BCD－226）的电路组成框图。图中示出了各种信号的相互关联，其中操作显示电路是它的组成部分之一，它接收主控微处理器送来的显示信息和提示信息去驱动显示器显示工作状态，驱动蜂鸣器发出提示音。用户通过操作电路上的按键可以给电冰箱输入人工指令设置电冰箱的工作状态。操作显示微处理器接收人工指令后，经处理变成串行数据信号送到主控电路板中的主控微处理器，由主控制微处理器根据人工指令和内部程序，对风扇、压缩机、电磁阀等进行控制。

（2）操作显示电路的检修流程分析

下面以三星 BCD－252NIVR 型电冰箱的操作显示电路为例，具体介绍一下该部分的流程分析。

对于操作显示电路的检修，应根据其信号流程逐级进行检修，从而查找出故障线索，判定故障部件，如图 8-100 所示为三星 BCD－252NIVR 型电冰箱的操作显示电路的检修流程，由图可知，该电路主要是由微处理器 IC101、数据接口电路 IC301 以及连接插件 CN201 等组成的。

① 微处理器 IC101 的⑤脚为供电端，②脚和③脚外接有 4MHz 的晶体，正常情况下，只有供电以及晶体均正常的情况下，微处理器才可以进入正常的工作状态。检测时，应检测晶体的信号波形是否正常，若输出的信号波形不正常，则应对晶体本身进行检测；若输出的信号波形正常，则应接着对微处理器的输入和输出信号进行检测。

② 由控制送来的信号经连接插件 CN201 的②脚输入，并通过微处理器的⑪脚送入其内部进行处理，检测时应在微处理器的⑪脚检测出输入的信号波形，若输入的信号波形不正常，则应对前级电路进行检测；若输入的信号波形正常，则应对微处理器的输出信号进行检测。

③ 经微处理器 IC101 处理后的控制信号由⑩脚输出，送往后级电路进行控制，检测时，若在工作条件满足、输入的信号波形正常的情况下，而无输出信号波形，则可能是微处理器 IC101 本身已经损坏；若输出的信号波形正常，则还应对数据接口电路的输入和输出信号波

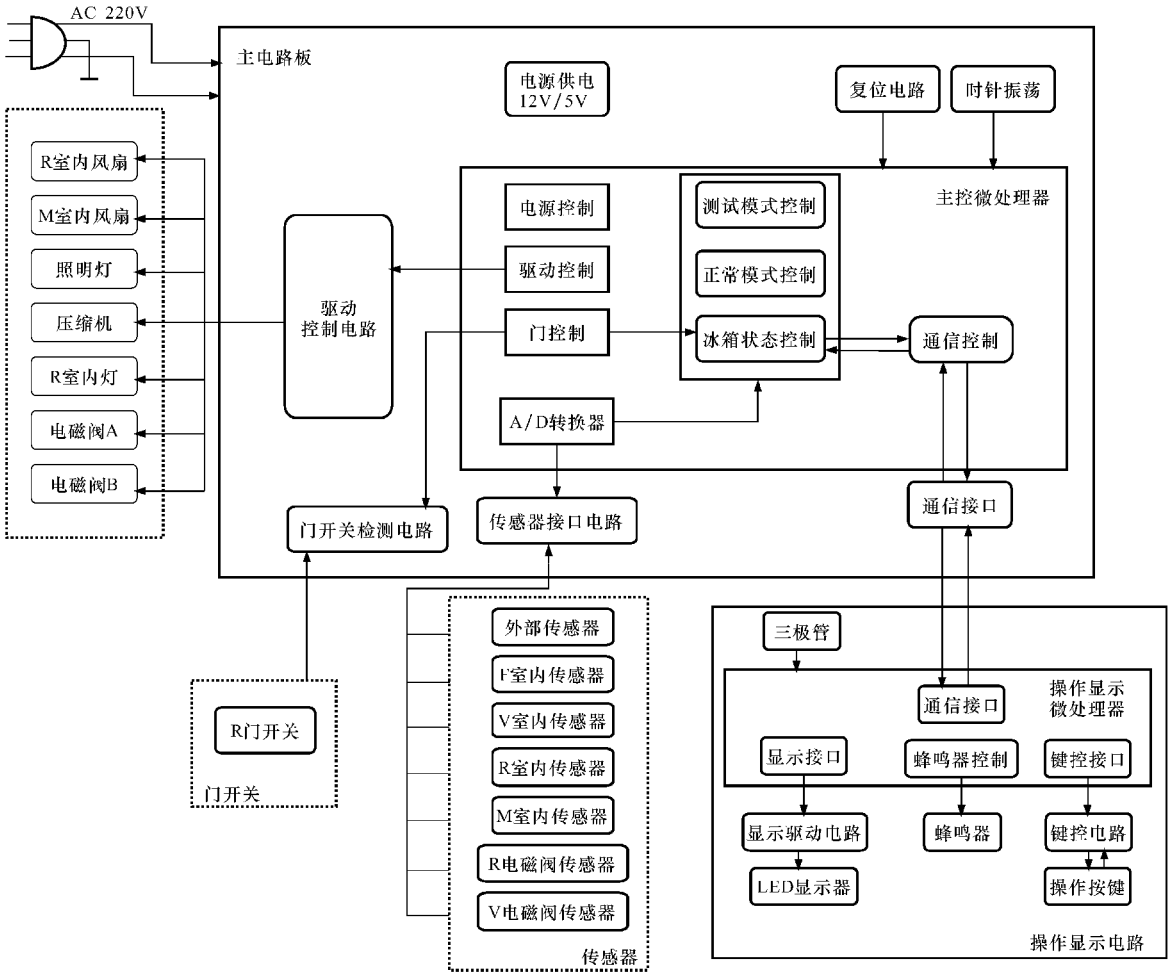


图 8-99　电冰箱和控制电路框图（三星 BCD－226）

形进行检测。

④ 数据接口电路 IC301 的⑫脚主要是用来接收由微处理器 IC101 送来的串行数据信号，并由㉞～㊽脚输出并行数据。检测时，应能检测到输入的信号波形，若输入的信号正常，则应对输出的信号波形进行检测，在输入信号正常的情况下，若输出信号不正常，则表明数据接口电路 IC301 本身损坏。

8.3.2　电冰箱操作显示电路的检修方法

1. 检修电冰箱操作显示电路的图解演示

（1）操作按键的检测

对操作按键进行检测时，应使用万用表对其阻值进行检测，在未按下按键时，操作按键处于断开状态，两引脚之间的电阻值应为无穷大，如图 8-101 所示。

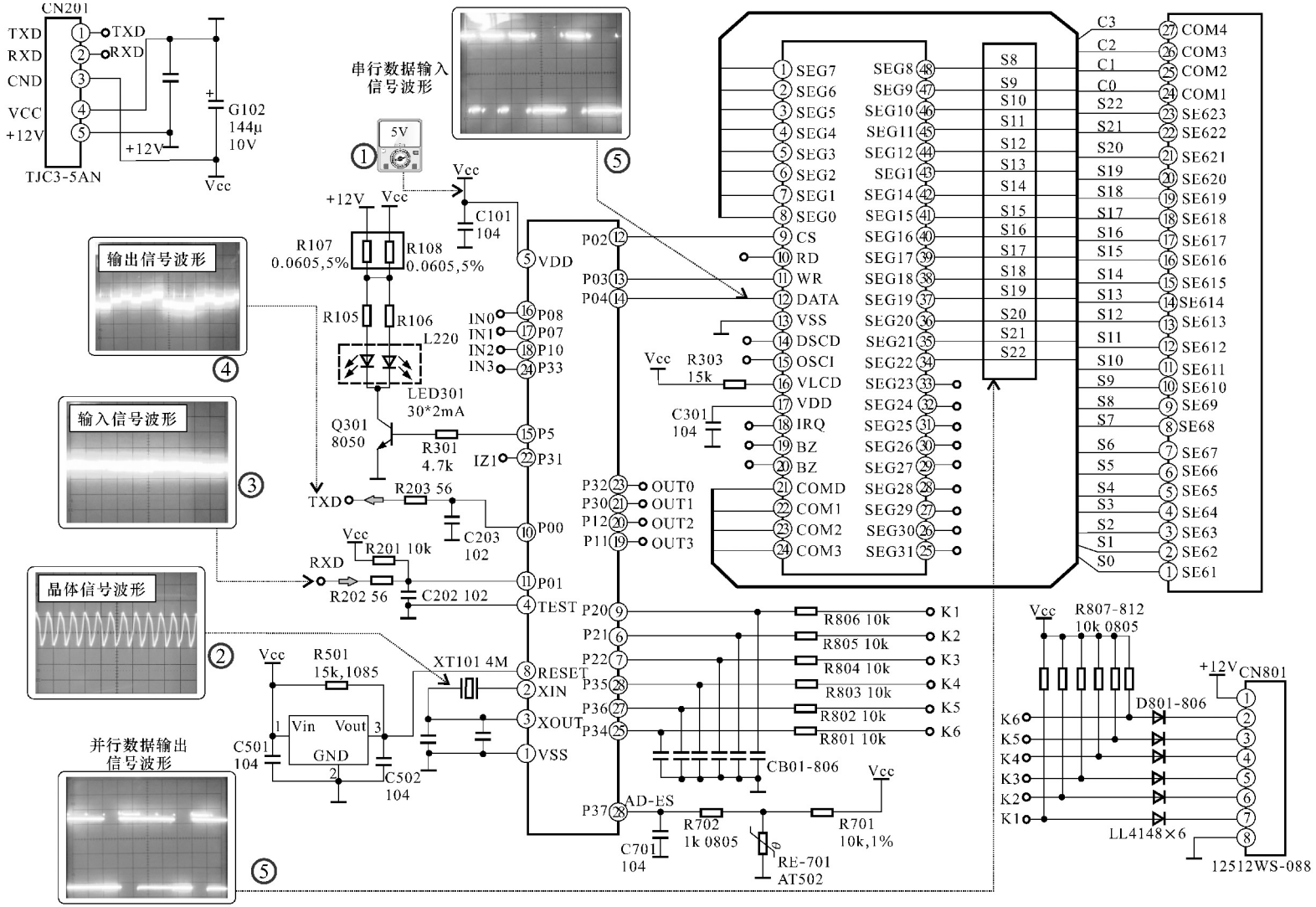


图8-100　三星BCD-252NIVR型电冰箱操作显示电路的电路图

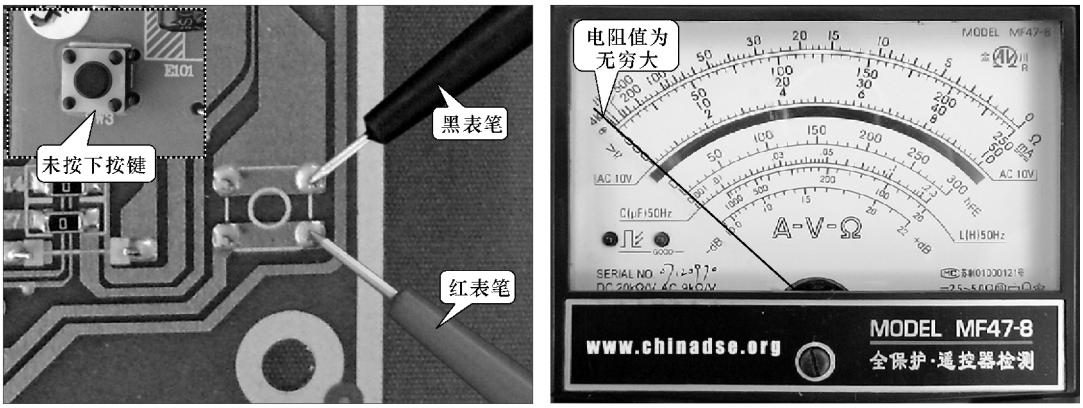


图 8-101　检测操作按键未按时的阻值

接着向下按动操作按键，继续检测操作按键两引脚之间的电阻值，检测的阻值应为 0Ω，如图 8-102 所示。若出现按下操作按键时，阻值为无穷大的情况，则可能是操作按键本身已经损坏。

图 8-102　检测操作按键按下时的阻值

（2）蜂鸣器的检测

检测蜂鸣器时，可以将万用表的量程调整至“×1k”挡，并将红黑表笔分别搭在蜂鸣器的两引脚上，如图 8-103 所示，正常情况下，万用表应检测出一定的阻值，并在红、黑表笔接触蜂鸣器引脚时，蜂鸣器可以发出“吱吱”的声响。若检测阻值无穷大，并且没有声响，则说明蜂鸣器本身损坏。

（3）温度传感器（热敏电阻）的检测

检测热敏电阻时，主要是使用万用表检测其电阻值，在不同温度下检测热敏电阻的阻值也不相同，将万用表的量程调整至“×1k”挡，使红黑表笔分别搭在热敏电阻的两个引脚端，如图 8-104 所示，常温下热敏电阻的阻值为 3.5kΩ。

当热敏电阻周围的温度升高时，再次检测热敏电阻的阻值，如图 8-105 所示，正常情况下，其阻值应增大或减小，经检测该热敏电阻的阻值逐渐减小，说明该热敏电阻性能正常，并且为负温度系数热敏电阻。若当热敏电阻的阻值不随外围温度的变化而变化时，则表明该热敏电阻有可能已经损坏使电冰箱的温度显示不正常。

图 8-103　蜂鸣器的检测方法

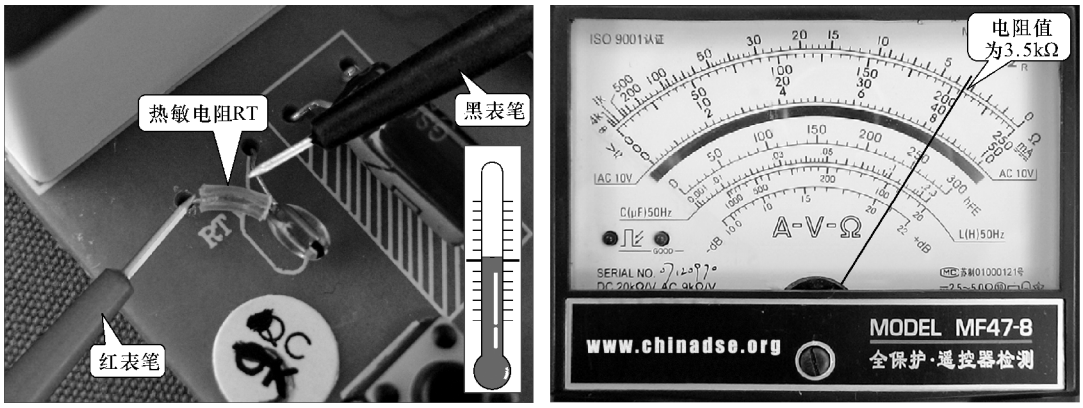


图 8-104　常温下检测热敏电阻的电阻值

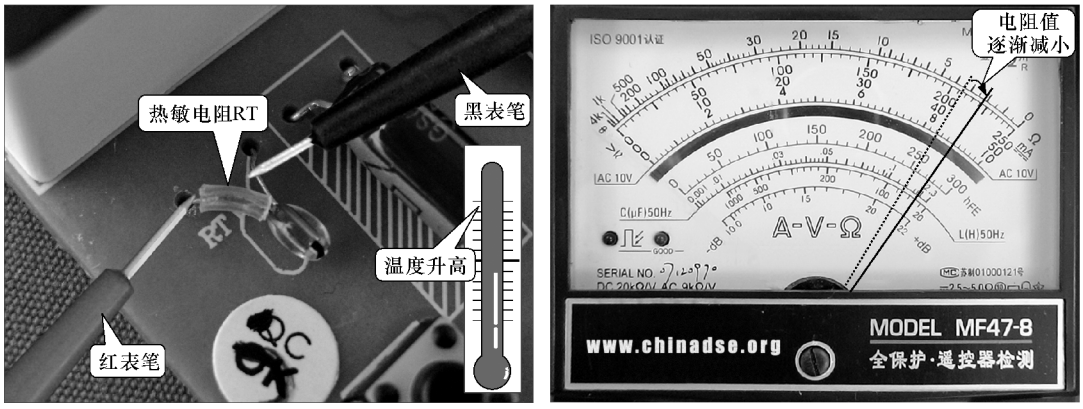


图 8-105　高温下检测热敏电阻的电阻值

（4）反相放大器（ULN2003A）的检测

反相放大器是操作显示微处理器的接口电路，检测反相放大的性能是否正常时，通常可以通过检测其供电、输入信号波形以及输出的信号波形进行判断。

对反相放大器（ULN2003A）的供电电压进行检测，如图 8-106 所示，将黑表笔接地，

红表笔搭在反相放大器（ULN2003A）的电压供电端，正常情况下，可以检测出供电端的电压值，若反相放大器（ULN2003A）的供电电压不正常，则说明反相放大器工作条件异常，应对供电电路部分进行检测，并排除故障，若该电压正常，接下来则需要对反相放大器（ULN2003A）输入的信号波形进行检测。

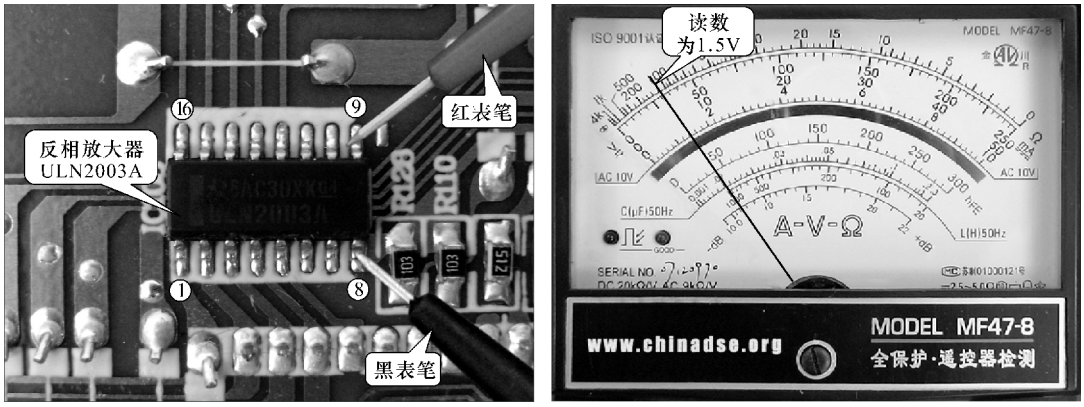


图 8-106　反相放大器（ULN2003A）供电电压的检测方法

检测反相放大器（ULN2003A）的输出信号波形时，首先将示波器接地夹接地，用探头搭在反相放大器（ULN2003A）的①脚，检测输入的信号波形，如图 8-107 所示。

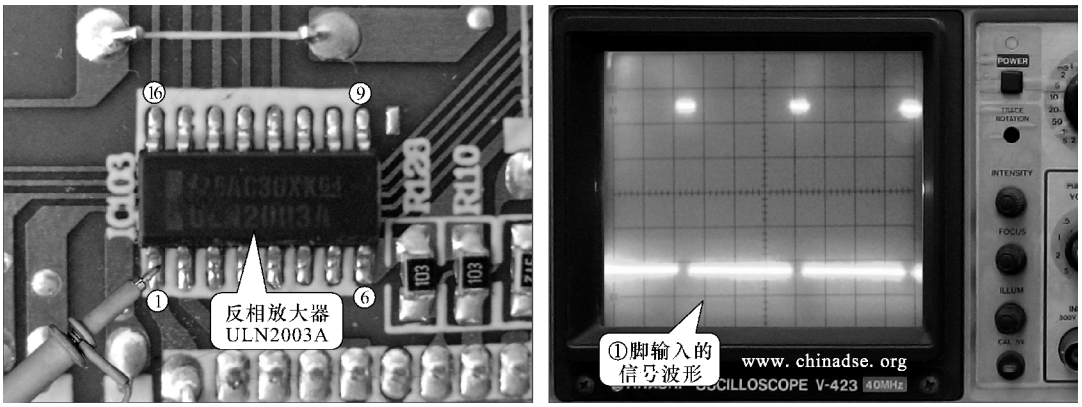


图 8-107　反相放大器（ULN2003A）输入信号波形的检测方法

检测反相放大器（ULN2003A）的输入信号波形时，需要将示波器接地夹接地，用探头搭在反相放大器（ULN2003A）的⑯脚，检测输出的信号波形，如图 8-108 所示，若反相放大器（ULN2003A）的供电电压以及输入的信号波形正常，而输出的信号波形不正常，则表明反相放大器（ULN2003A）本身已经损坏。

（5）数据接口电路（74HC595D）的检测

检测数据接口电路（74HC595D）是否正常时，通常是通过供电电压、输入信号以及输出信号进行检测，检测时应先对供电电压进行检测，如图 8-109 所示，将万用表的黑表笔接地，红表笔搭在数据接口电路（74HC595D）的⑯脚，正常情况下，应检测出 +5V 的供电电压，若数据接口电路的供电电压不正常，应对供电电路进行检测；若供电电压正常，则应对输入端的信号进行检测。

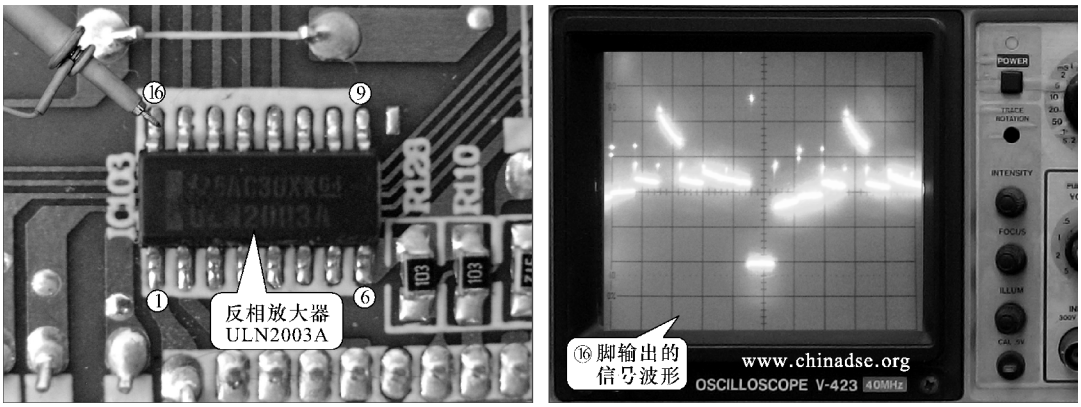


图 8-108　反相放大器（ULN2003A）输出信号波形的检测方法

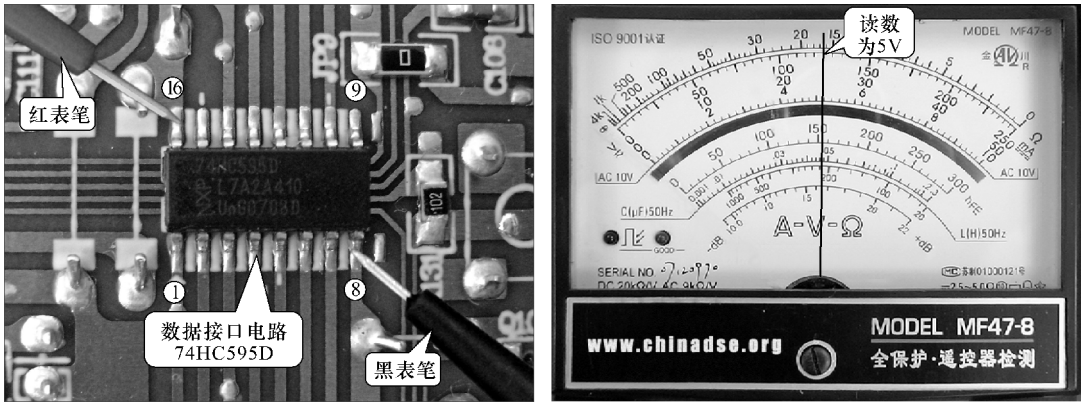


图 8-109　数据接口电路（74HC595D）供电电压的检测方法

经检测数据接口电路（74HC595D）的工作电压正常时，还应对串行数据输入的信号波形进行检测，如图 8-110 所示，将示波器接地夹接地，用探头搭在数据接口电路（74HC595D）的⑭脚，正常情况下应检测到图中的信号波形。

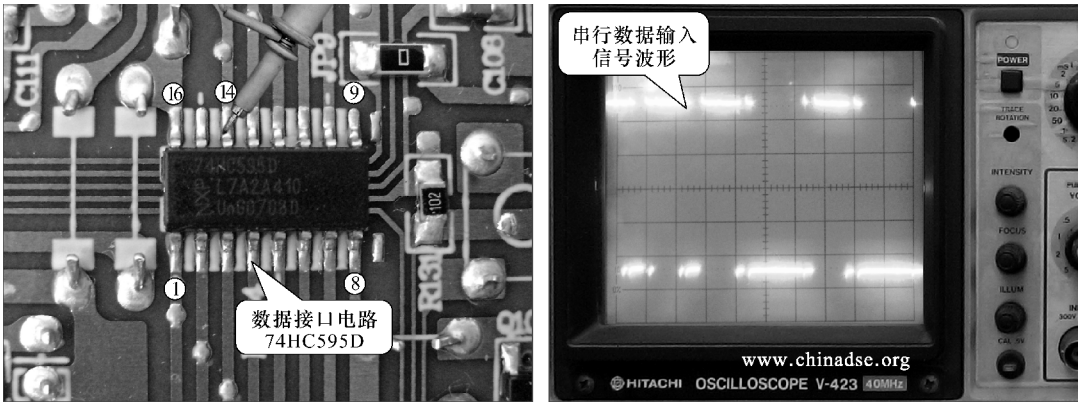


图 8-110　数据接口电路（74HC595D）输入信号的检测方法

若检测数据接口电路（74HC595D）的供电电压以及输入信号波形正常时，还应对其输

出的信号波形进行检测，如图 8-111 所示，以检测⑥脚为例，首先将示波器的接地夹接地，然后用探头搭在数据接口电路（74HC595D）的输出引脚端，正常情况下，应能检测到图中的信号波形。

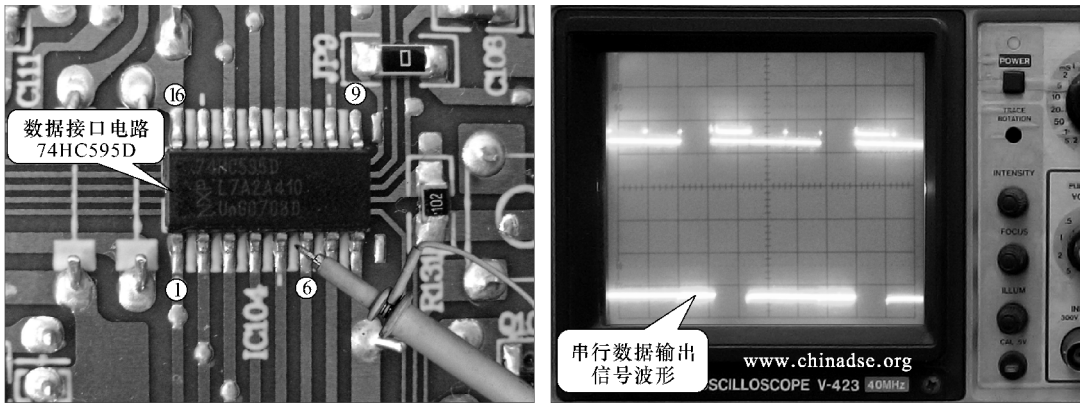


图 8-111　数据接口电路（74HC595D）输入信号的检测方法

若经检测，数据接口电路的供电电压、输入信号均正常的情况下，而没有输出信号波形，则表明该数据接口电路（74HC595D）本身已经损坏，应进行更换。

链接：

数据接口电路（74HC595D）的①～⑦脚以及⑮脚均为信号输出端，检测时，不同引脚输出的信号波形也有所区别，如图 8-112 所示为数据接口电路输出端中输出引脚的信号波形。

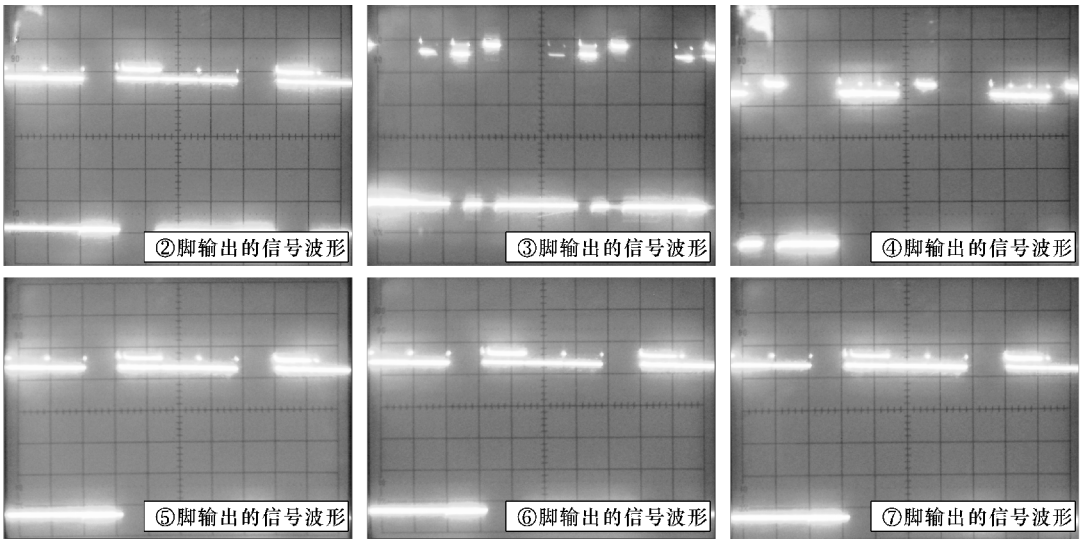


图 8-112　数据接口电路（74HC595D）各输出引脚的信号波形

（6）显示屏的检测

在电冰箱的操作显示电路中，反相放大器以及数据接口电路输出的信号波形均送到显示屏中，作为信号的输入，对显示屏进行检测时，主要是通过检测该电路板的供电电压，以及

信号的输入是否正常。

通过前文可知显示屏信号输入的检测方法，接下来主要是检测该电路板的供电电压，如图 8-113 所示，将万用表的黑表笔接地，红表笔搭在连接插件 CN2 的供电端，正常情况下，应能检测到 +5V 和 +12V 的供电电压。

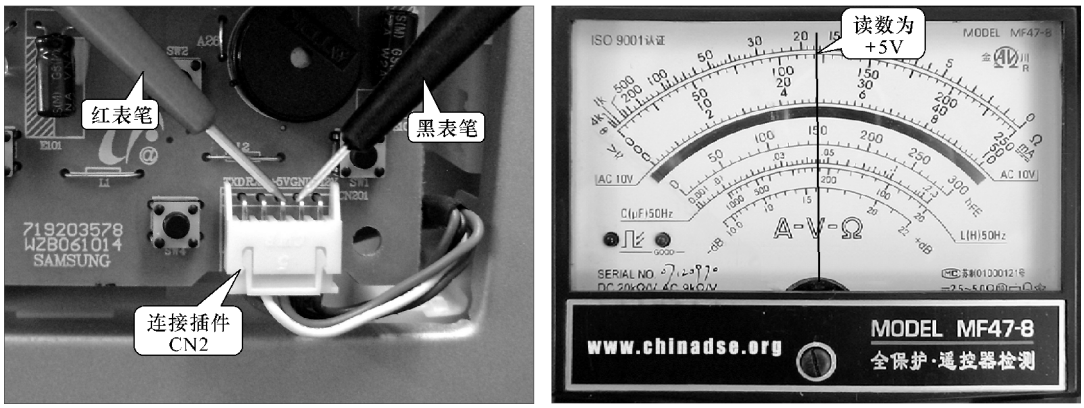


图 8-113　显示屏供电电压的检测方法

若显示屏的供电以及输入信号均正常，而显示屏显示的字符异常，则该显示屏本身已经损坏。

2. 电冰箱操作显示电路的检修案例训练

（1）海尔 216KF 型电冰箱手动调节制冷温度失灵的检修实例

• 故障表现

海尔 216KF 型电冰箱通电后，数码显示管显示正常，可是通过按键调节电冰箱内的温度时，发现无法进行调节的故障现象。

• 检修分析

海尔 216KF 型电冰箱的显示正常，说明该部分的显示部分可以正常工作，按键不能调节温度，怀疑是操作按键部分出现故障引起的，如图 8-114 所示为海尔 216KF 型电冰箱的操作控制部分，该电路主要是由开关 SW1、SW2、微处理器以及数码管等组成的。

① 开关 SW1、SW2 主要是用来调节电冰箱内冷冻室、冷藏室的制冷温度，在对开关进行检测时，没有按下开关，开关的阻值应为无穷大；按下后，开关间的阻值应为 0Ω。

② 电冰箱控制电路中的供电电压正常应为 +5V，检测时，若供电电压不正常，则应对电冰箱的电源电路进行检测；若供电电压正常，则应对操作电路中的其他元器件进行检测。

③ 在电冰箱的操作控制电路中，电阻器 R16、R17、R18 损坏，同样会造成电冰箱的温度控制失灵的故障，在对其进行检测时，主要是对电阻器的阻值进行检测，若阻值与标称值相差很多，则说明相应的电阻器已经损坏。

• 检测方法

首先检测开关是否正常时，可以使用万用表检测开关的阻值，将万用表的红、黑表笔分别搭在开关的两引脚，如图 8-115 所示，在未按下开关按键时，阻值应为无穷大；在按下开关按键时，阻值为 0Ω。

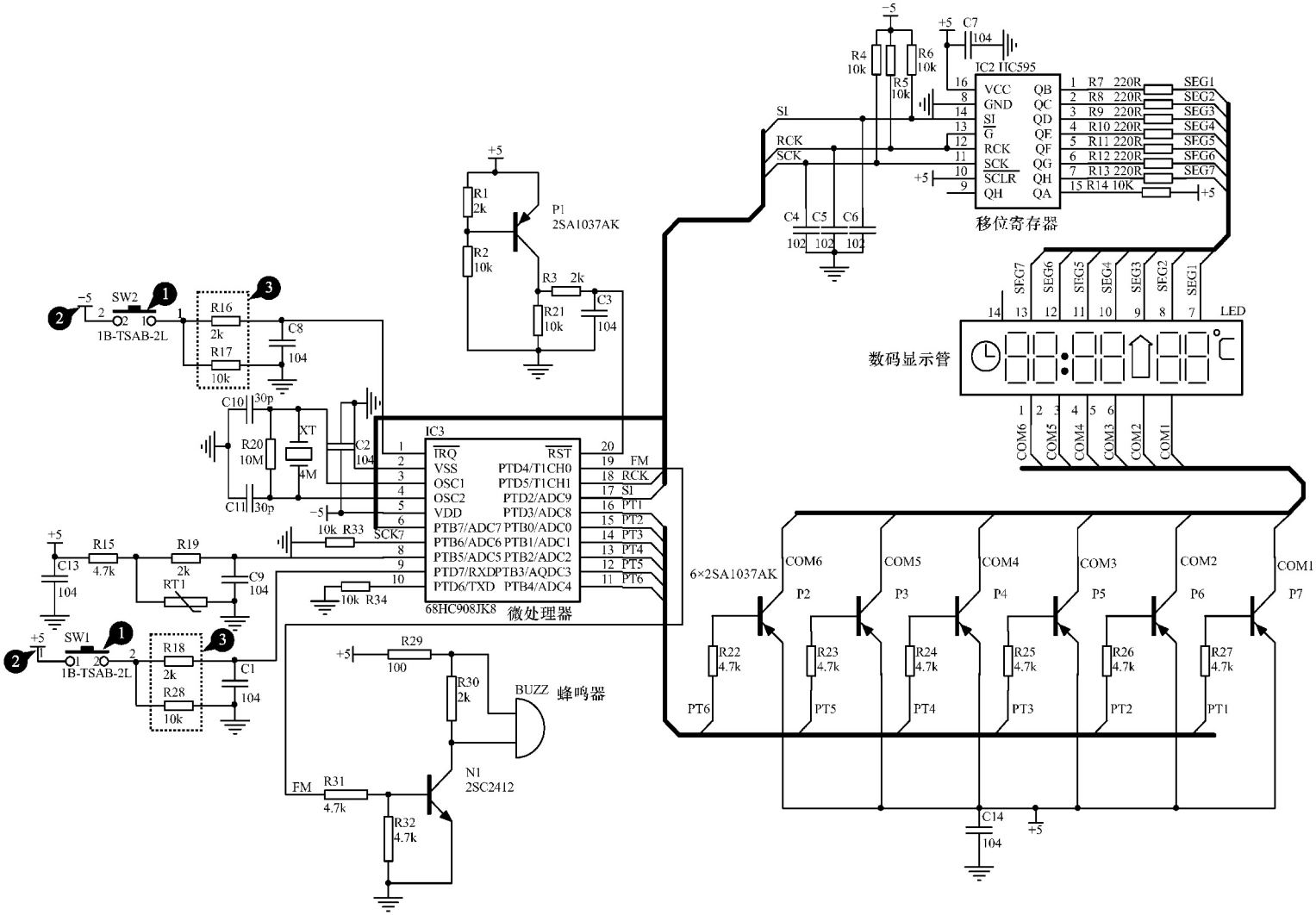


图8-114　海尔216KF型电冰箱的操作控制电路

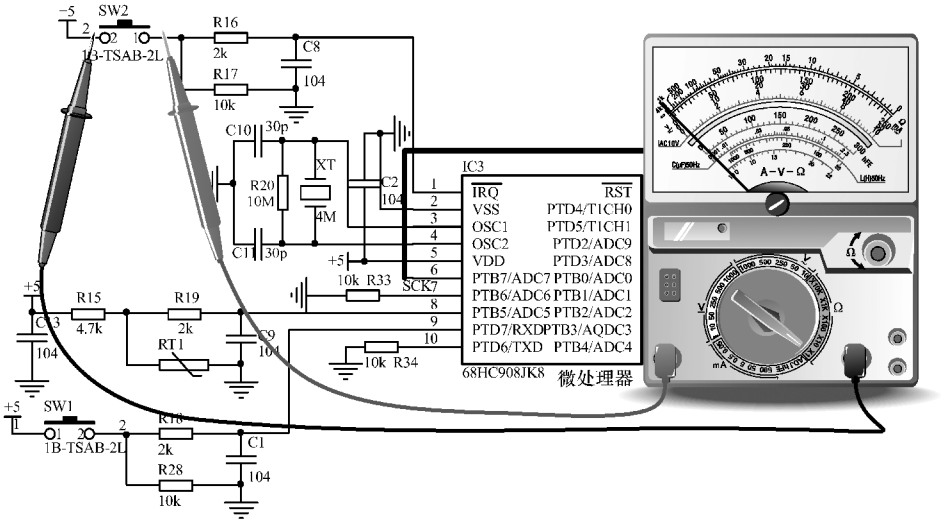


图 8-115　开关的检测方法

接着，检测操作电路的 +5V 供电电压，将万用表的黑表笔接地，红表笔搭在 +5V 的供电端，如图 8-116 所示，观察万用表的读数为 +5V，说明操作电路的供电电压正常。

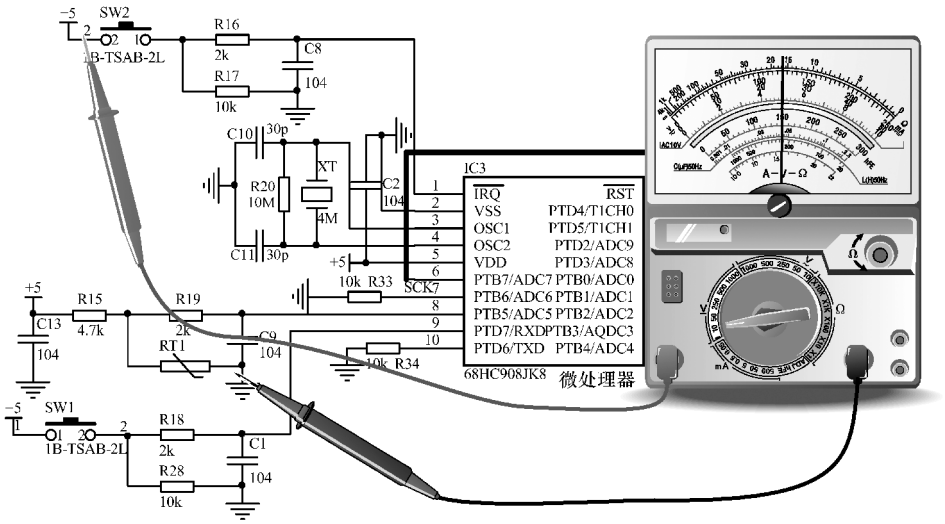


图 8-116　供电电压的检测方法

操作控制电路的开关以及供电电压正常，则需要对后级电路中的电阻进行检测，如图 8-117 所示，将万用表的红、黑表笔分别搭在电阻器 R16 的两引脚端，经检测，发现电阻器 R16 的阻值为无穷大，表明 R16 已经损坏，更换后，再次试机故障排除。

（2）三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱显示屏部分字符不显示的检修实例

• 故障表现

三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱通电开机后，可以正常工作，操作按键也正常，但是显示屏中的部分字符显示失常。

• 检修分析

三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱可以正常工作，操作按键也正常，说明操作和控制部分

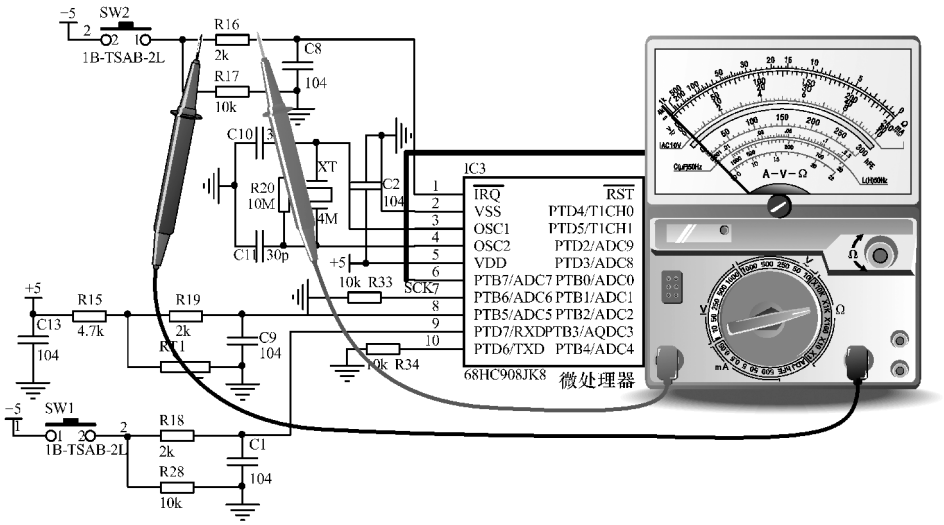


图 8-117　电阻器的检测方法

正常。显示屏中的部分字符不显示，怀疑可能是操作显示面板出现故障引起的，如图 8-118 所示为三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱操作显示电路部分，该电路主要是由操作按键、指示灯、反相器以及微处理器等组成的。

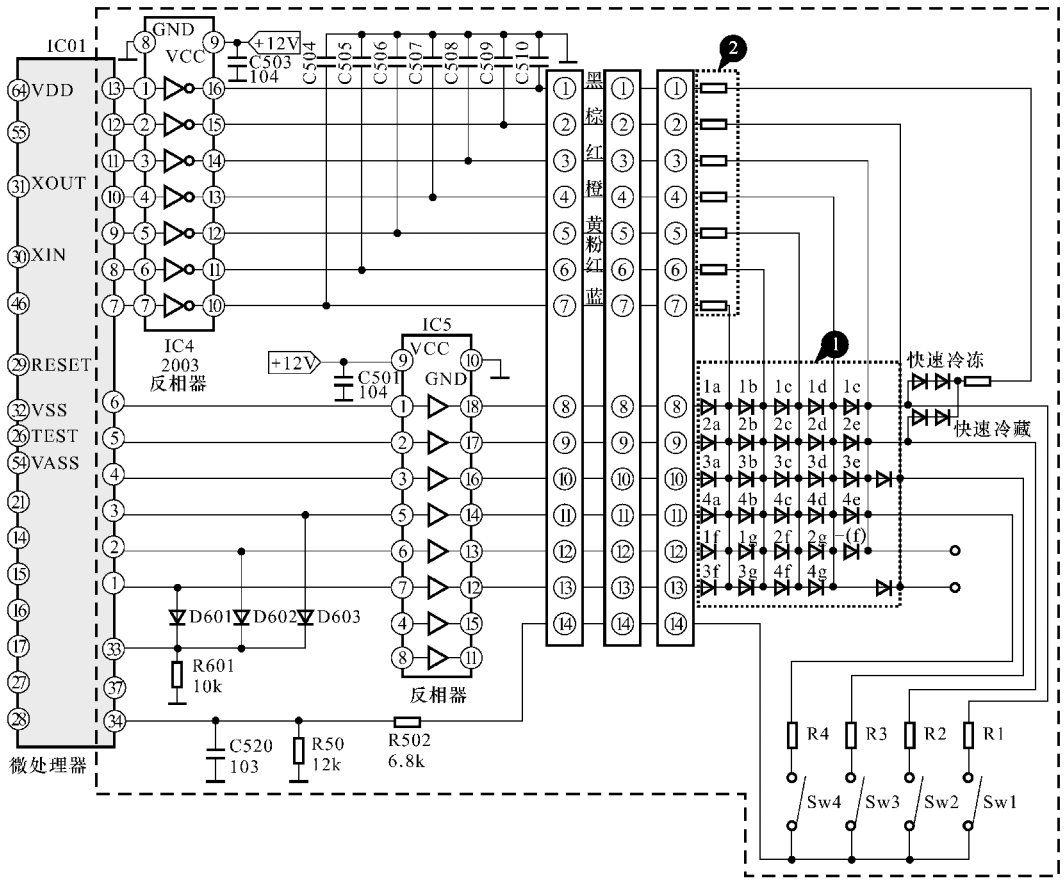


图 8-118　三星 RS19NRSW5XSC 型电冰箱操作显示电路部分

① 显示屏部分主要是由发光二极管构成的，显示屏异常时可先对发光二极管进行检测，检测时，若检测发光二极管不正常，应对损坏的发光二极管进行更换；若检测发光二极管正常，则应对前级电路中的元器件进行检测。

② 在显示电路中，由连接插件送来的信号经电阻器后送往发光二极管，使相应的发光二极管发光，检测时，应对相应的电阻器进行检测，若电阻器的阻值正常，则应对前级电路进行检测；若电阻器的阻值为无穷大或0Ω，则表明该电阻器本身损坏。

- **检测方法**

首先检测显示屏中各发光二极管是否正常，可以使用万用表检测发光二极管的正、反向阻值，如图8-119所示，将万用表的红表笔搭在发光二极管的负极，黑表笔搭在发光二极管的正极，正常情况下，发光二极管应发光，并且有一定的阻值。

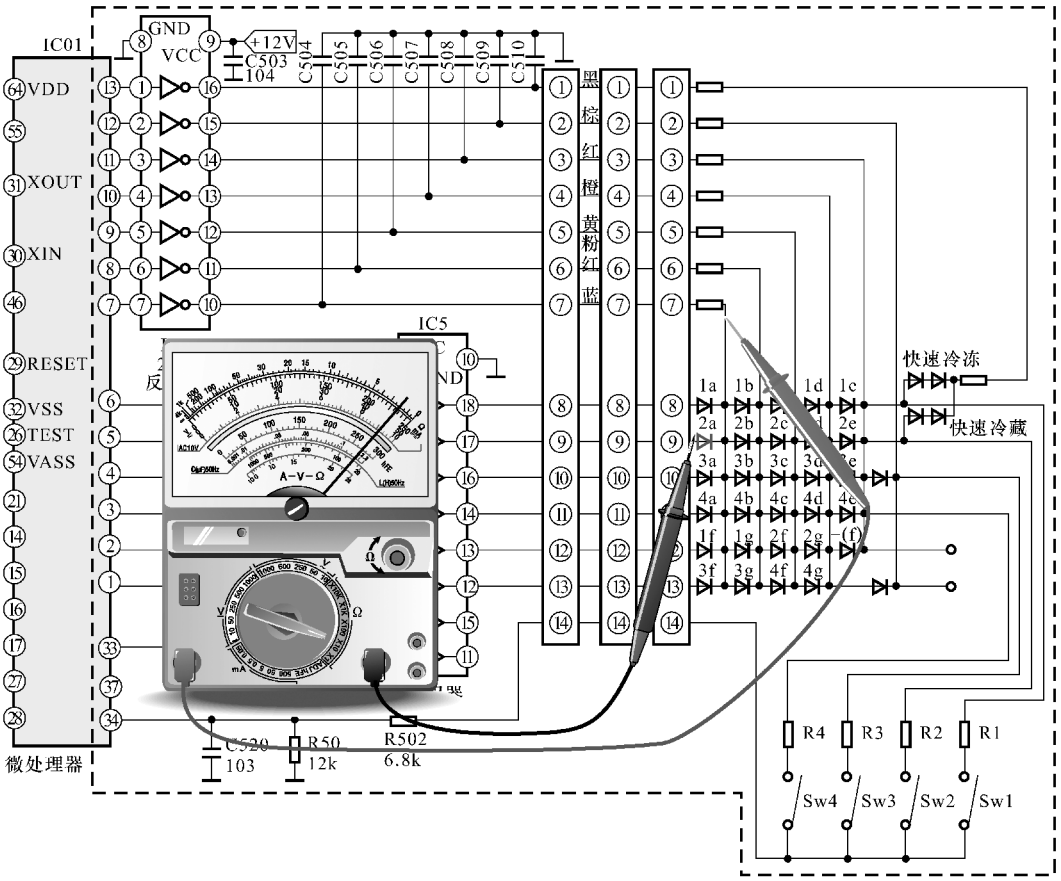


图8-119　检测发光二极管的正向阻值

接下来，检测发光二极管的反向阻值，如图8-120所示，将万用表的两表笔对换后，观察万用表的读数，正常情况下，发光二极管的反向阻值应为无穷大。

发光二极管正常的情况下，应对相应的电阻器进行检测，将万用表的两表笔分别搭在电阻器的两引脚端，如图8-121所示，经检测，发现其中一电阻器的阻值为无穷大，表明该电阻器损坏，更换后，再次开机运行后故障排除。

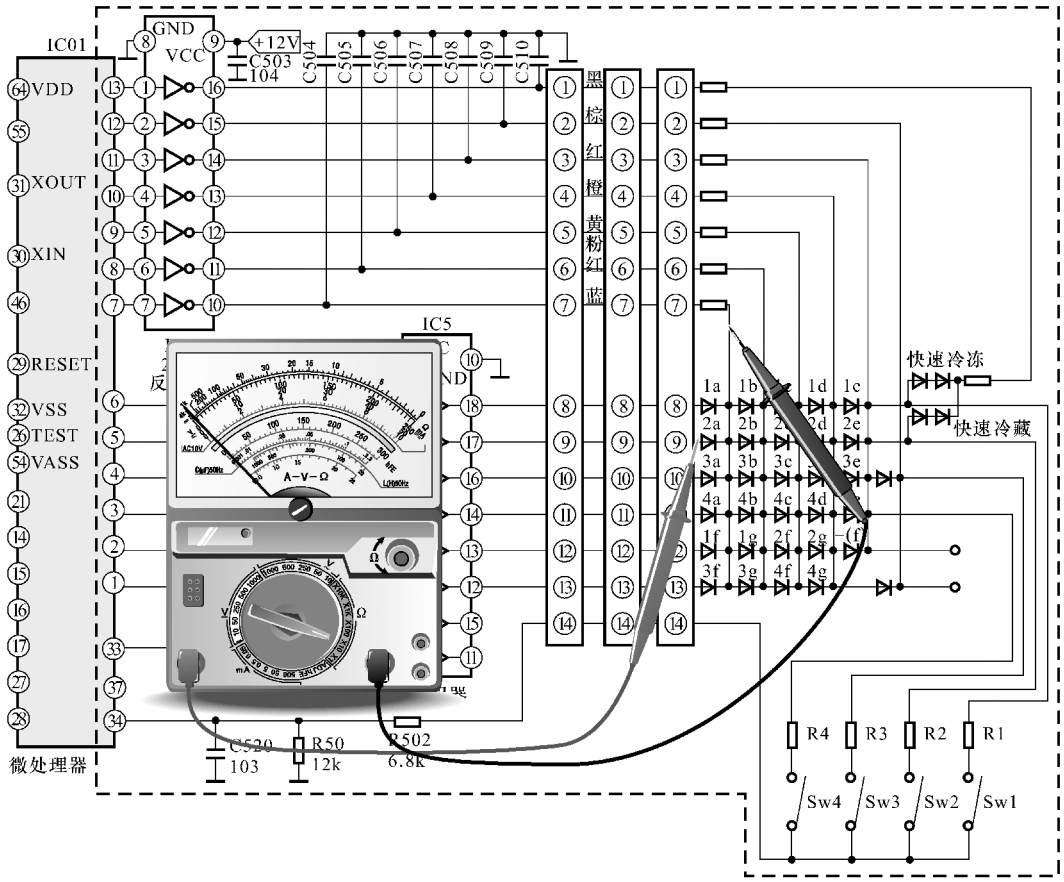


图 8-120　检测发光二极管的反向阻值

（3）春兰 BCD－230WA 型智能冰箱速冻失灵的检修实例

• 故障表现

春兰 BCD－230WA 型智能冰箱在进行速冻操作时，电冰箱不能进入速冻状态，同时显示板无显示。

• 检修分析

春兰 BCD－230WA 型智能冰箱不能进入速冻状态，显示部分异常，说明可能是操作控制部分出现故障引起的，如图 8-122 所示为春兰 BCD－230WA 型智能冰箱操作显示电路部分，由图可知，该电路部分主要是由发光二极管显示板、操作按键、反相放大器 IC7 等组成的。

① 按下速冻按键时，不能进入速冻状态，应先对速冻的操作按键进行检测，正常情况下，在按下操作按键时，操作按键的两引脚应接通，IC1 的⑰脚输出的信号经开关送回 IC1 的⑬脚；在松开操作按键时，操作按键两引脚断开，阻值应为无穷大。

② 当按下操作按键时，显示驱动电路中的晶体三极管 Q1 将基极送来的信号放大后送到 IC1 的⑬脚，使控制电路能正常工作，检测时，若基极与集电极、基极与发射极之间正向有一定的阻值；反向无穷大，则说明该晶体三极管正常；反之，则说明该三极管损坏。

• 检测方法

首先检测操作显示电路中的操作按键是否正常，可以在断电状态，使用万用表检测操作

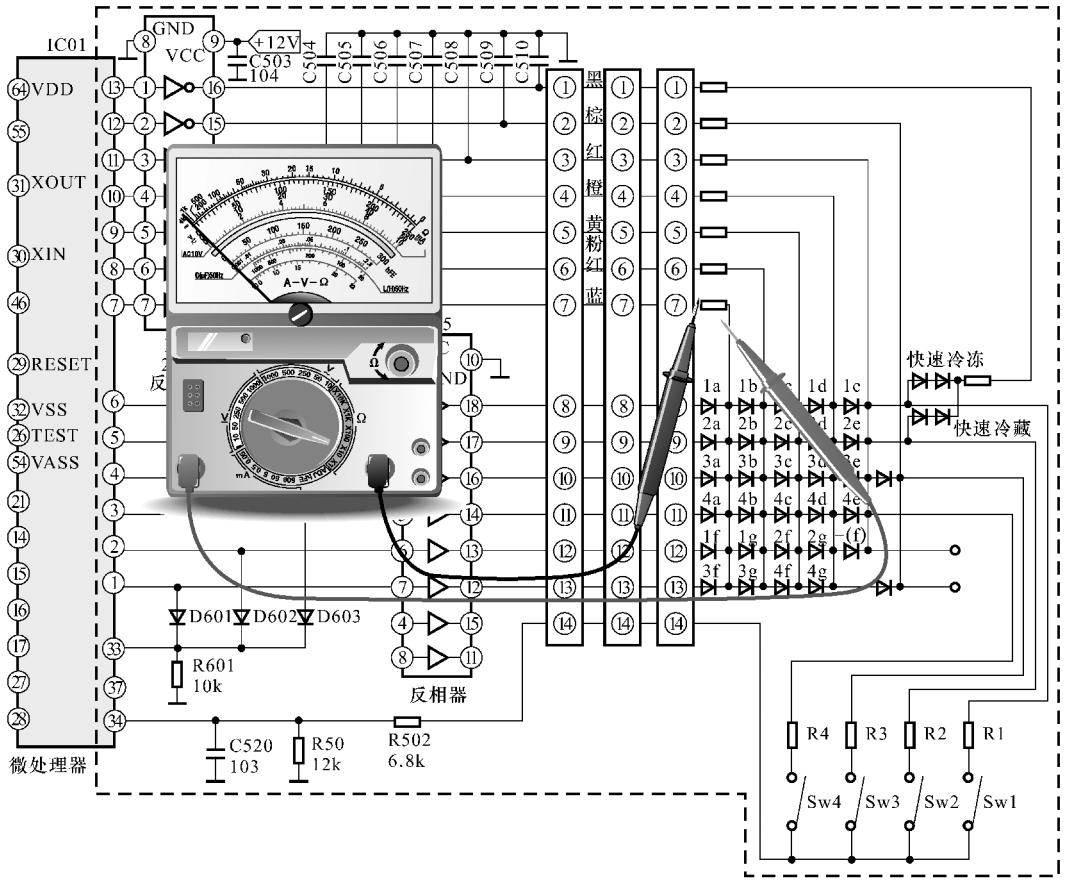


图 8-121　电阻器的检测方法

按键在不同工作状态下的阻值，如图 8-123 所示，将万用表的红、黑表笔分别搭在操作按键的两引脚，在松开操作按键的状态下，阻值应为无穷大。

接着，应检测操作按键在按下状态时的阻值，如图 8-124 所示，正常状态下，操作按键在按下状态时两引脚的阻值应为 0Ω。

操作按键可以正常工作的状态下，应检测晶体三极管的性能是否正常，如图 8-125 所示，使用万用表检测晶体三极管的基极与发射极之间正向的阻值，发现阻值为无穷大，表明该三极管损坏，更换后，再次开机进行调整时故障排除。

（4）东芝 GR－204E 型电冰箱温度不能调节的检修实例

● 故障表现

东芝 GR－204E 型电冰箱通电工作后，对电冰箱内冷藏室的温度进行调节时，发现调整不起作用。

● 检修分析

东芝 GR－204E 型电冰箱在通电情况下，可以正常工作，但是在调节温度时，电冰箱冷藏室内的温度不能进行调节，怀疑是操作显示电路出现故障引起的，如图 8-126 所示为东芝 GR－204E 型电冰箱的操作显示电路图，由图可知，该电路主要是由温度调节部分、冷冻室除霜部分以及外围元器件等组成的。

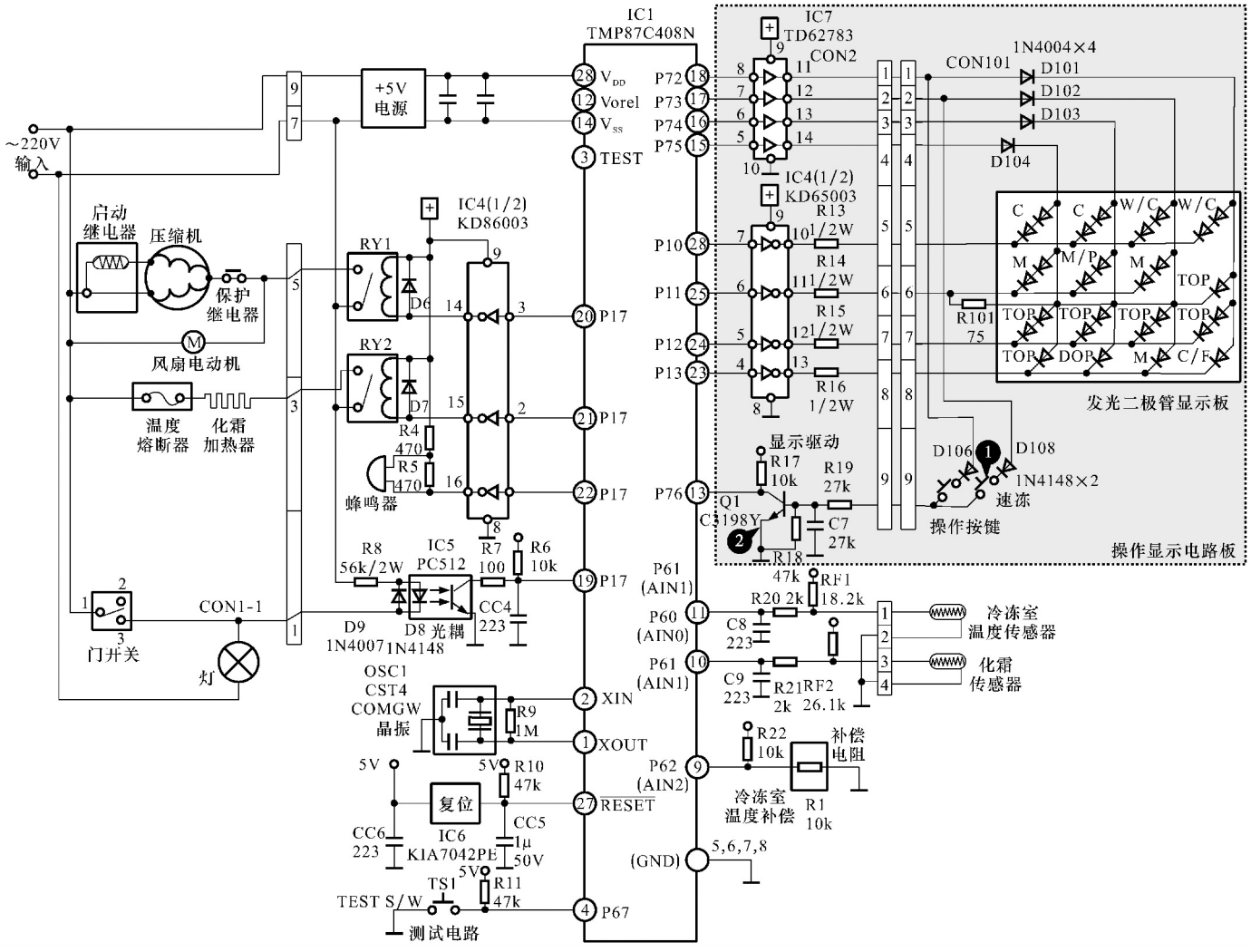


图8-122　春兰BCD-230WA型智能冰箱操作显示电路部分

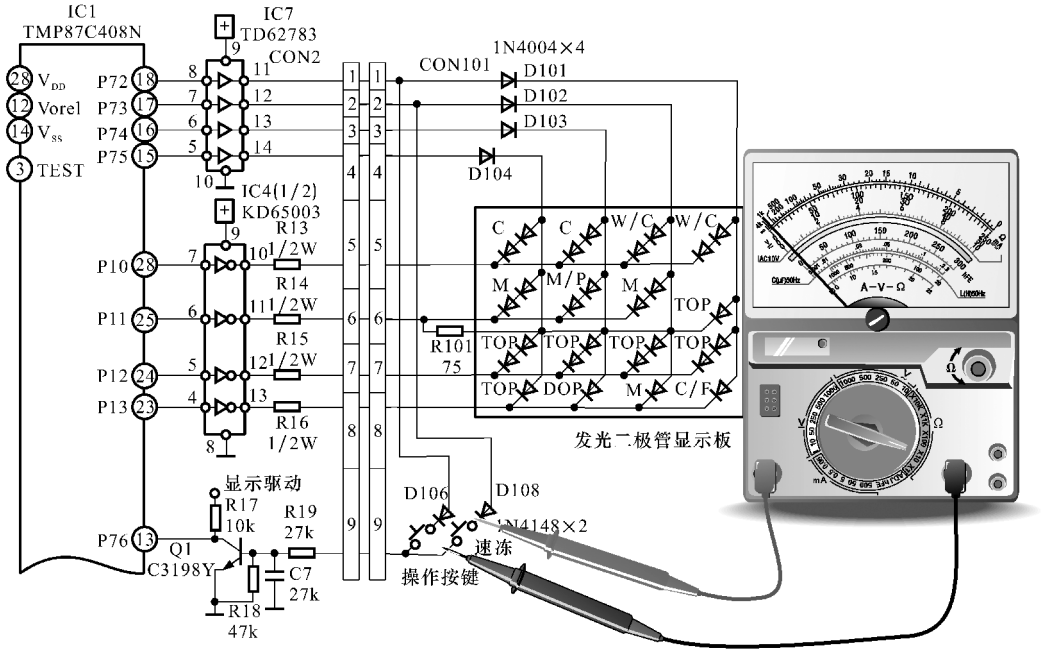


图 8-123　检测操作按键在松开状态时的阻值

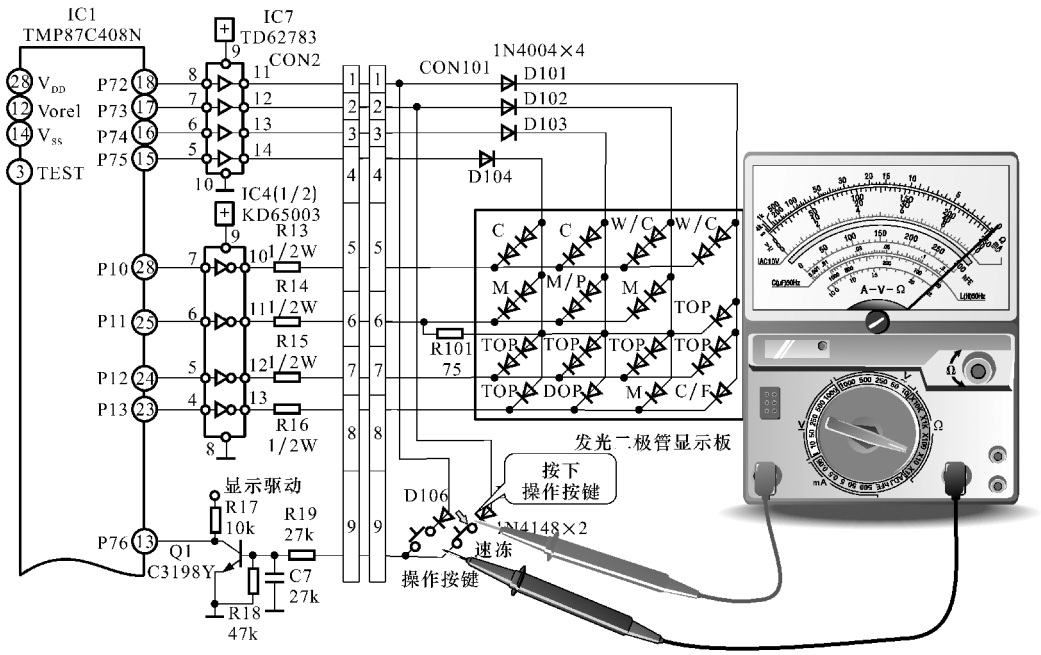


图 8-124　检测操作按键在按下状态时的阻值

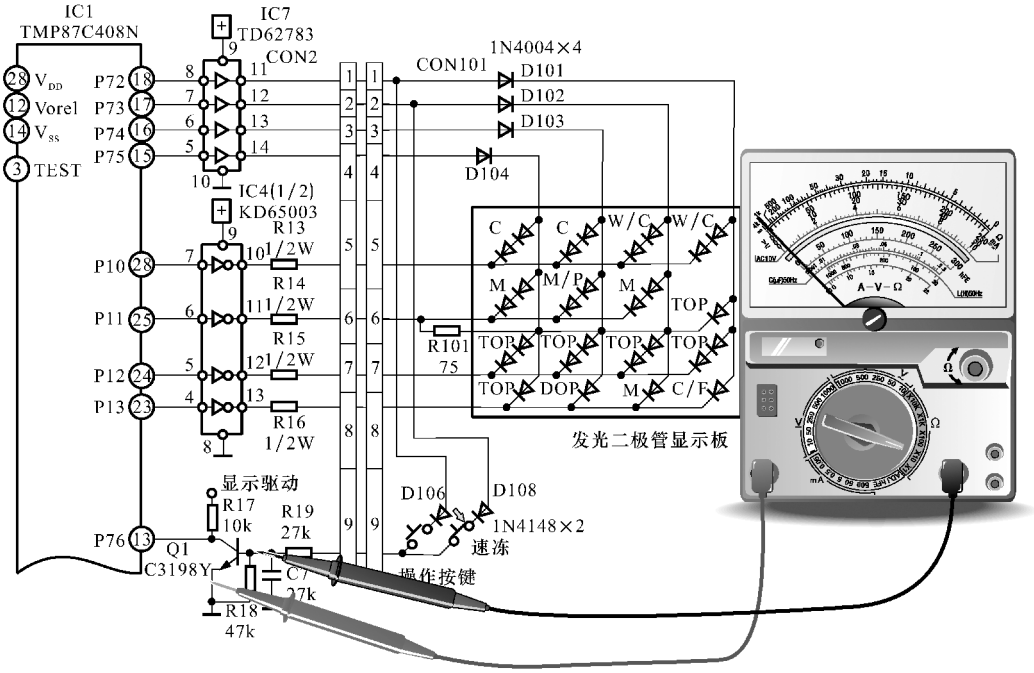


图 8-125　晶体三极管的检测方法

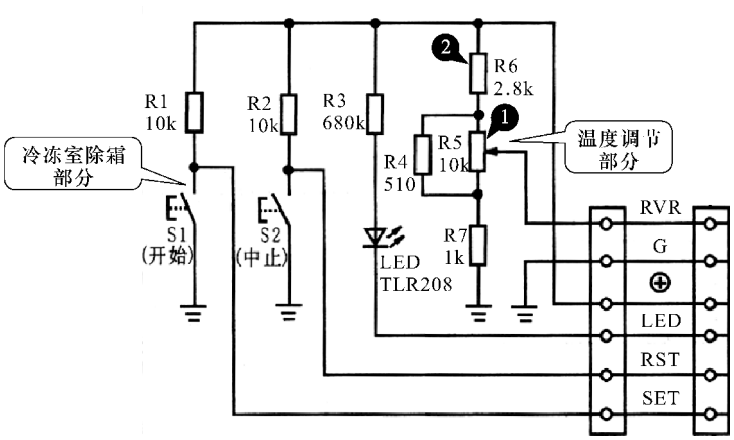


图 8-126　东芝 GR－204E 型电冰箱的电路图

① 电冰箱冷藏室的温度主要是由温度调节部分的电位器进行调整的，检测时，主要是对电位器进行检测，根据电路图的标识可知，该电位器的最大阻值应为 10kΩ，在调节电位器的过程中若该阻值发生变化，则说明该电位器正常。

② 电冰箱的温度调节部分，除电位器外还包含一些外围元器件，检测时，若电位器正常，则需要对其周围的元器件进行检测，从而排除故障。

• 检测方法

使用万用表检测电冰箱的电位器的阻值，如图 8-127 所示，将万用表的红、黑表笔分别搭在电位器的两引脚端，然后调节电位器，发现万用表显示的阻值随电位器的调节变化而发

生变化，表明该电位器的性能正常。

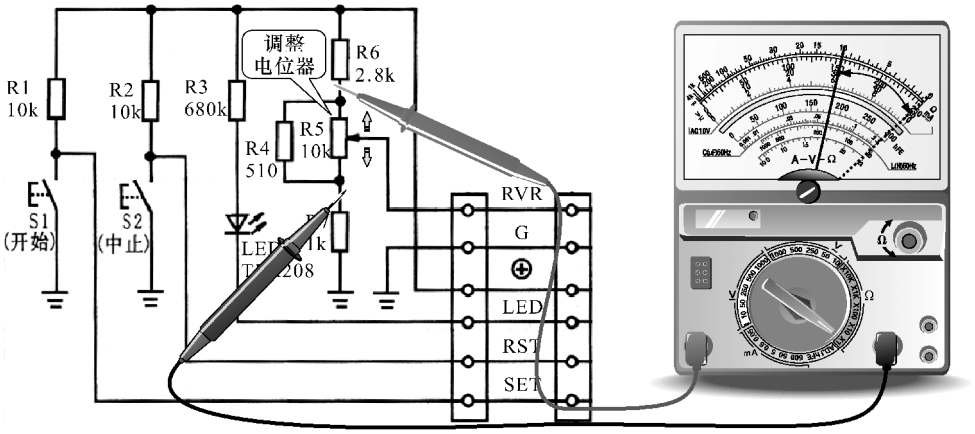


图 8-127　电位器的检测方法

接下来，则需要对电位器周边的元器件进行检测，如图 8-128 所示，使用万用表检测电阻器 R6，将红、黑表笔分别搭在电阻器的两端，观察万用表显示的阻值为无穷大，表明该电阻器损坏，更换后，再次开机进行温度调节，故障排除。

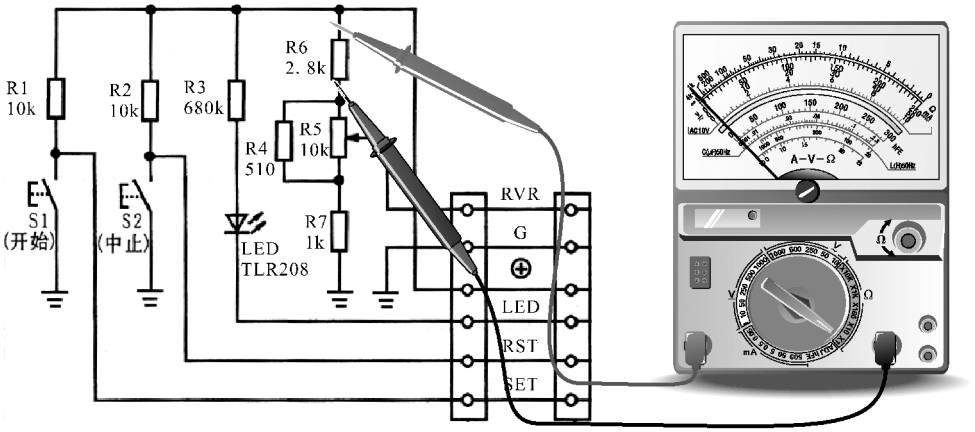


图 8-128　电阻器的检测方法

8.4　掌握电冰箱变频电路的检修方法

8.4.1　电冰箱变频电路的检修分析

变频电冰箱的变频电路是变频电冰箱中所特有的电路模块，其主要的功能就是为电冰箱的变频压缩机提供驱动电流，用来调节压缩机的转速，实现电冰箱制冷的自动控制。

1. 电冰箱变频电路的结构特点

电冰箱的变频电路主要用来驱动变频压缩机工作，实现电冰箱内制冷剂循环运动，如图 8-129 所示为海尔 BCD－550WYJ 型变频电冰箱的变频电路，该电路由 300V 直流电压进行供电，通过变频电路产生驱动变频压缩机的控制信号，送往变频压缩机中。

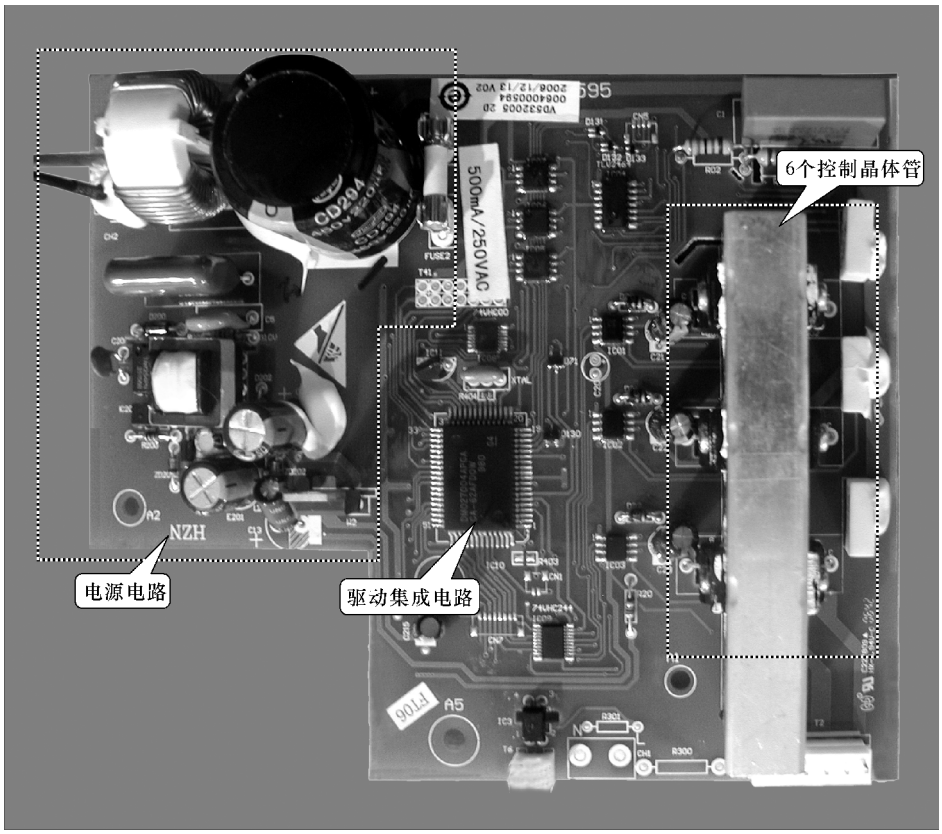


图 8-129　海尔 BCD－550WYJ 型变频电冰箱的变频电路

由图可知，海尔 BCD－550WYJ 型变频电冰箱的变频电路主要是由 6 个驱动晶体管、驱动集成电路以及电源电路等组成的。

（1）电源电路

变频电路中的电源电路主要用来将整流电路输出的直流 300V 电压进行平滑滤波处理，为驱动晶体管供电，同时为直流电源供电产生驱动集成电路等所需要的直流低压，该电路主要是由互感滤波器、电解电容器、降压变压器、熔断器等组成的，如图 8-130 所示。

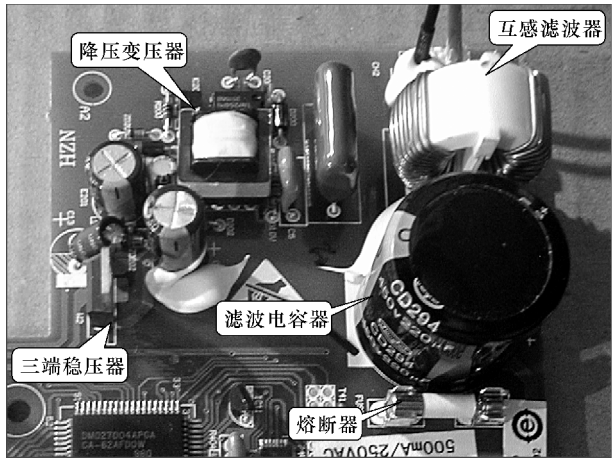


图 8-130　电源电路的实物外形

（2）变频控制集成电路

变频控制集成电路是安装在印制板上的微处理器 CPU，主要用来产生 PWM 驱动信号，经驱动电路放大后用来控制 6 个驱动晶体管，微处理器的外形如图 8-131 所示。

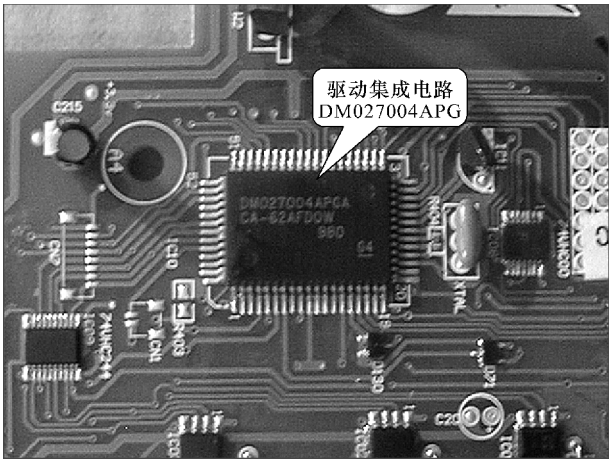


图 8-131　驱动集成电路的实物外形

（3）驱动晶体管

功率输出电路中设有 6 个驱动晶体管（IGBT 管），这 6 个驱动晶体管在 PWM 驱动信号的控制下，轮流导通或截止，从而为变频压缩机提供所需的工作电压（变频驱动信号），如图 8-132 所示为驱动晶体管的实物外形。

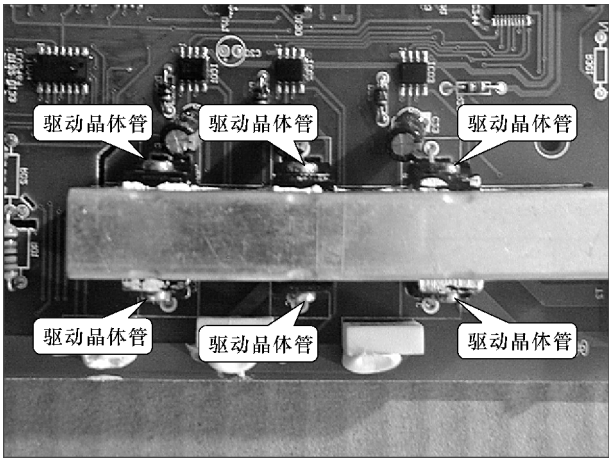


图 8-132　驱动晶体管的实物外形

提示：

由于驱动晶体管工作时的功率较大，会产生较大的热量，在此在驱动晶体管上安装有散热片，用来进行散热。

链接：

随着变频电冰箱型号的不同，其变频电路结构也稍有差异，有些变频电路中使用变频模

块来代替 6 个驱动晶体管，其集成度较高，结构比较紧密，多应用在一些新型的变频电冰箱中，如图 8-133 所示为变频模块的实物外形。

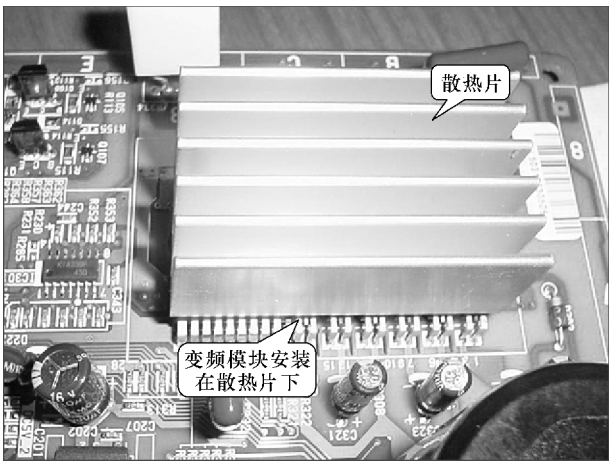


图 8-133　变频模块的实物外形

2. 电冰箱变频电路的检修流程

若电冰箱的变频电路出现故障，则可能会造成变频压缩机无法正常工作的故障，例如变频压缩机不运转、制冷效果差等现象。对于控制电路进行检修时，应首先了解其信号流程和检修流程。

（1）电冰箱变频电路的工作流程

变频电冰箱采用变频调速技术，其最基本的特点在于它的压缩机驱动信号的频率不是恒定的，而是可以随运行环境的需要而改变，所以电冰箱的制冷量也会随之变化。为了实现对压缩机转速的调节，变频电冰箱机内部有一个变频电路，用来改变压缩机的供电频率，从而控制它们的转速，达到调节制冷量的目的。所以，装有变频电路的电冰箱称为变频电冰箱，能改变输出供电频率的电路装置称为变频电路。

如图 8-134 所示为典型电冰箱变频电路的流程框图，由图可知，该电路主要是由变频控制微处理器 TMP88CH40N、驱动放大电路 IR2103、驱动晶体管（IGBT）等元器件组成的。驱动集成电路产生的 6 路 PWM 驱动信号，首先送入驱动放大电路 IR2103 中进行放大，然后再去驱动 6 个功率晶体管，最后再驱动变频压缩机工作。此外，变频压缩机位置检测信号（反电动势）经比较器后由送入微处理器的⑮脚、⑯脚和⑰脚，实现转子位置的检测功能。

如图 8-135 所示为典型变频电路的结构框图，交流 220V 市电电压经电源电路整流滤波后得到约 300V 的直流电压，为 6 个门控管（逆变器电路）提供直流电压，这 6 个门控管在变频电路的控制下为变频压缩机绕组提供驱动电流，形成旋转磁场，驱动变频压缩机工作，此外，室外机控制电路中的微处理器送来的 PWM 驱动信号，送到门控管的门极上，控制门控管的导通和截止。

如图 8-136 所示为 U + 和 V – 两只门控管导通周期的工作过程。交流 220V 电压经整流滤波电路输出直流电压，为变频电路中的门控管等器件供电，控制电路为逆变器提供控制信号。在电动机旋转的 0° ~60°周期，控制信号同时加到门控管 U + 和 V – 的门极，使之导通，于是电流从 U + 流出经变频压缩机的绕组线圈 U、线圈 V、门控管 V – 到地形成回路。

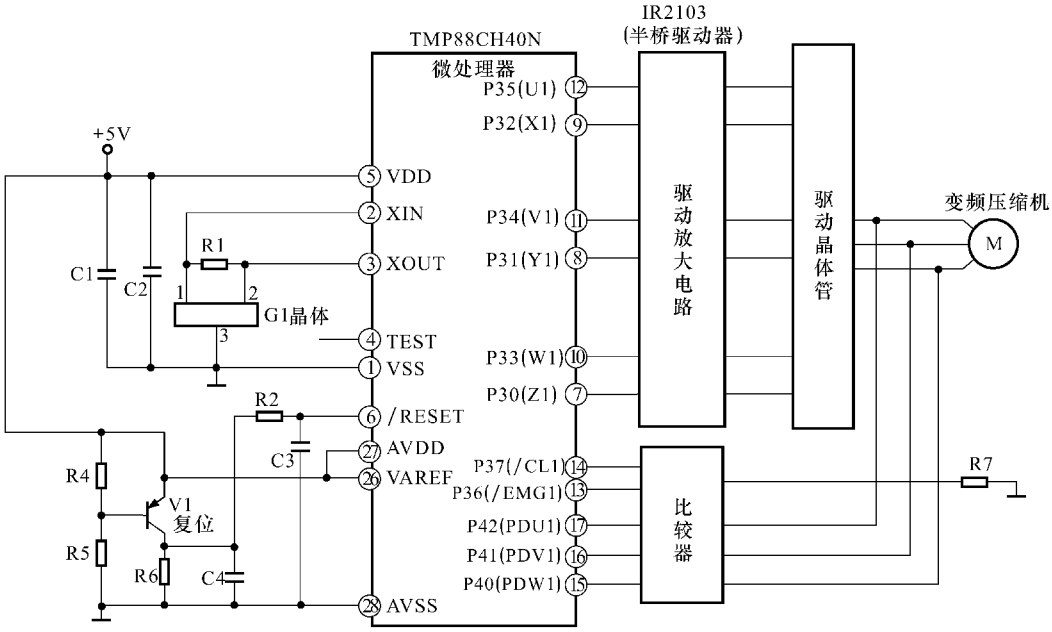


图 8-134　典型电冰箱变频电路的结构框图

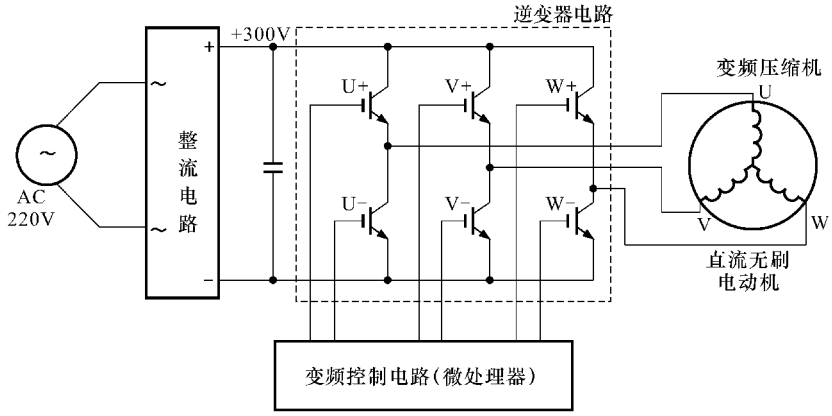


图 8-135　典型变频电路的结构框图

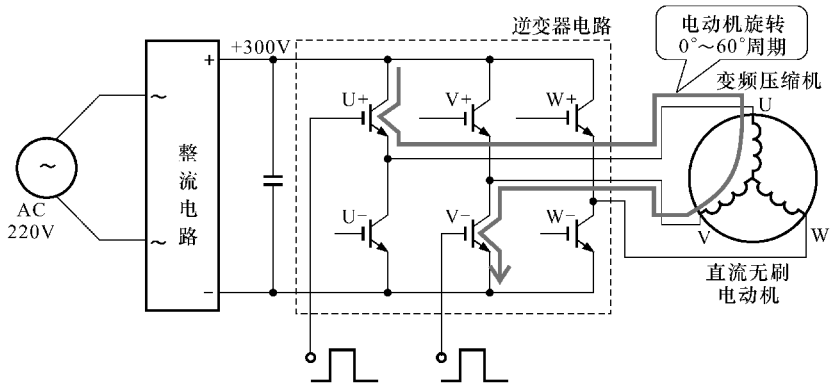


图 8-136　逆变器电路的工作原理 1

如图 8-137 所示为 V + 和 W – 两只门控管导通周期的工作过程。在变频压缩机旋转的 60° ~ 120°周期，控制电路输出的控制信号产生变化，使门控管 V + 和门控管 W – 门极为高电平而导通，电流从门控管 V + 流出经绕组 V 流入，从 W 流出，流过门控管 W – 到地形成回路。

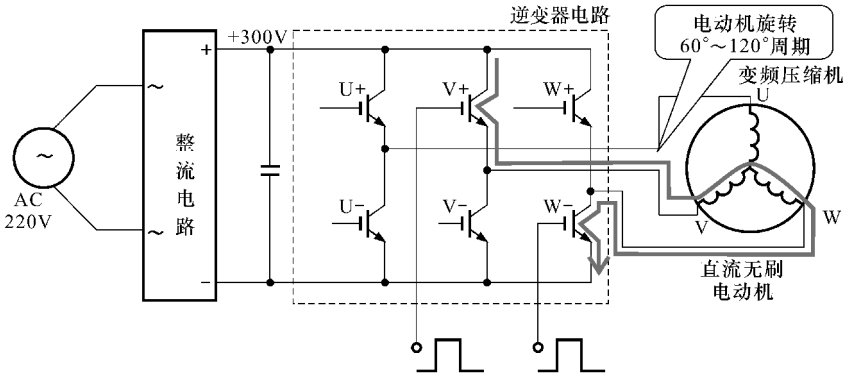


图 8-137　逆变器电路的工作原理 2

如图 8-138 所示为 W + 和 U – 两只门控管导通周期的工作过程。在变频压缩机旋转的 120° ~ 180°周期，电路再次发生转换，门控管 W + 和门控管 U – 门极为高电平导通，于是电流从门控管 W + 流出经绕组 W 流入，从绕组 U 流出，经门控管 U – 流到地形成回路，又完成一个流程，按照这种规律为变频压缩机的定子线圈供电，变频压缩机定子线圈会形成旋转磁场，使转子旋转起来，改变驱动信号的频率就可以改变变频压缩机的转动速度，从而实现转速控制。

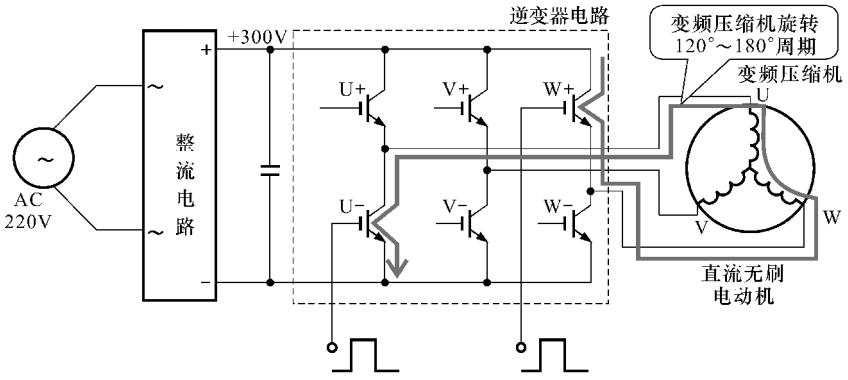


图 8-138　逆变器电路的工作原理 3

（2）电冰箱变频电路的检修流程分析

对于电冰箱变频电路的检修，应根据变频电路的信号流程逐级进行检测，从而查找故障线索，判定故障部位，如图 8-139 所示为典型电冰箱的变频电路。

① 电源电路送来的直流 300V 电压为驱动晶体管进行供电；+15V 直流电压为驱动放大电路 HVIC1、HVIC2、HVIC3 以及 LVIC 等进行供电。+5V 为微处理器供电。首先对变频电

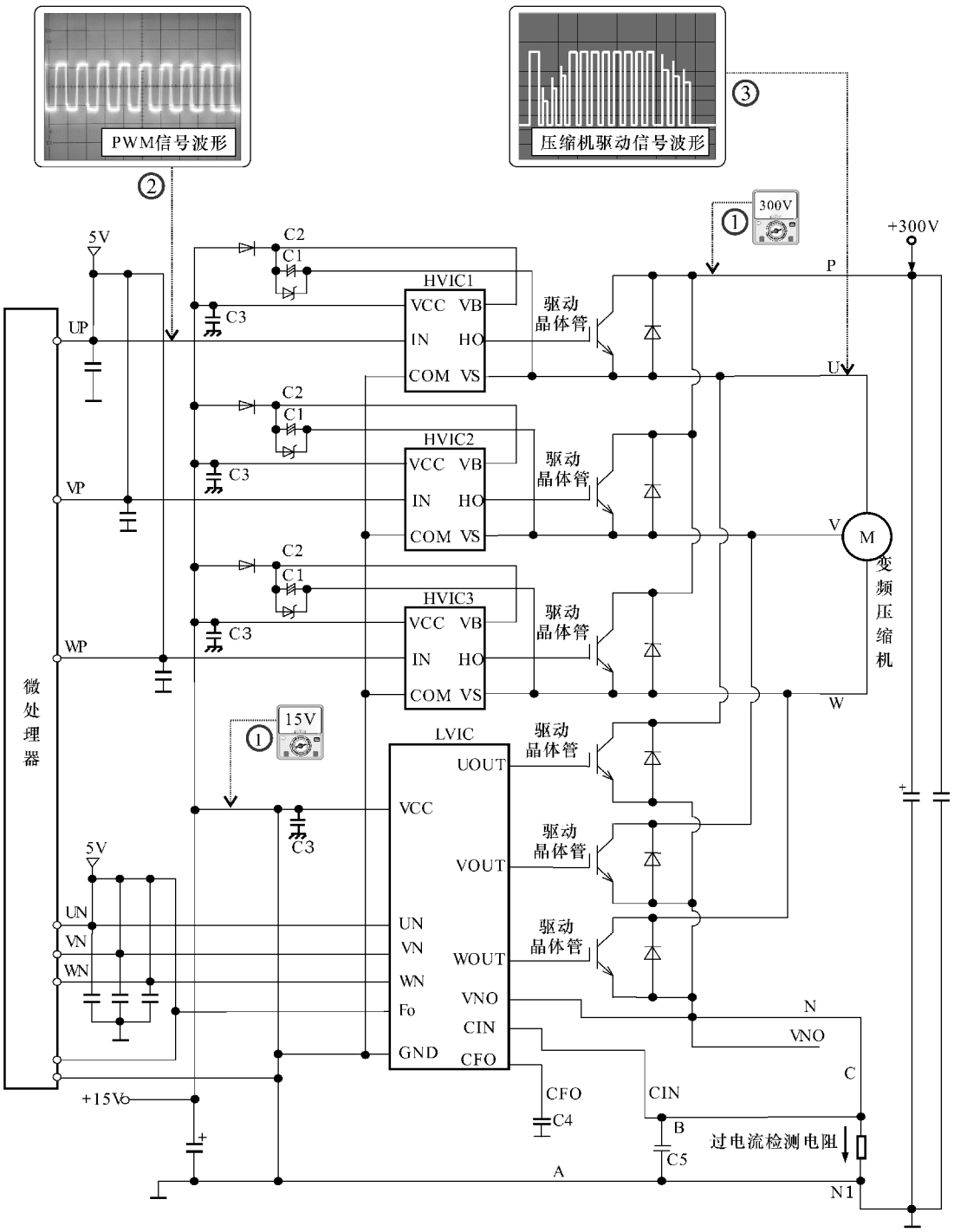


图 8-139　典型电冰箱的变频电路

路的供电电压进行检测，若不正常，则应对电源电路进行检测。

② 由驱动集成电路送来的驱动信号 UP、VP、WP、UN、VN、WN 首先送入驱动放大电路中进行放大，然后去控制驱动晶体管工作。对驱动集成电路输出的驱动信号进行检测，若不正常，则应检查驱动集成电路。接着对驱动放大电路输出的驱动信号进行检测，若不正常，则应对驱动放大电路进行检测。

③ 驱动晶体管将放大后的驱动电流送到变频电动机的绕组中，控制变频压缩机开始工作，从而开始旋转，对驱动晶体管输出的信号进行检测，若不正常，则可能是驱动晶体管本身损坏。

8.4.2　电冰箱变频电路的检修方法

1. 检修电冰箱变频电路的图解演示

根据上述内容可知，检修电冰箱的变频电路可顺其基本的信号流程，对变频电路中的主要元器件进行检测。但通常情况下，由于变频电路通常制成电路模块，无法找到其内部元器件的规格型号以及关键检测点的电压和信号波形，若检测电冰箱变频电路有损坏的现象，则需要对整个变频电路板进行代换。

可以通过检测变频电路供电电压以及输出驱动信号的方法，判断变频电路是否有故障，正常情况下，在变频电路的输入端上，可以检测到 300V 的直流输入电压，如图 8-140 所示。

图 8-140　变频电路供电电压的检测方法

在供电电压正常的情况下，对变频电路输出的驱动信号进行检测，该信号可在输出插件上测得，如图 8-141 所示。在供电电压正常的情况下，若变频电路无输出，则可能是变频电路中有损坏的元器件。

变频电路中的元器件有很多，其中熔断器、电容器、电阻器、变压器、三端稳压器等元器件的检测方法在前面的章节中已经介绍，检测时可参照 8.1 节电源电路部分。若驱动集成电路损坏，可能不易购买到元器件，则可更换整个变频电路板。

2. 电冰箱变频电路的检修案例训练

当电冰箱的变频电路出现故障后，则可根据其电路结构和信号流程进行检修分析，再按照其检修方法，对故障进行检修。下面就以变频电路典型的故障为例，介绍变频电路的检修实例。

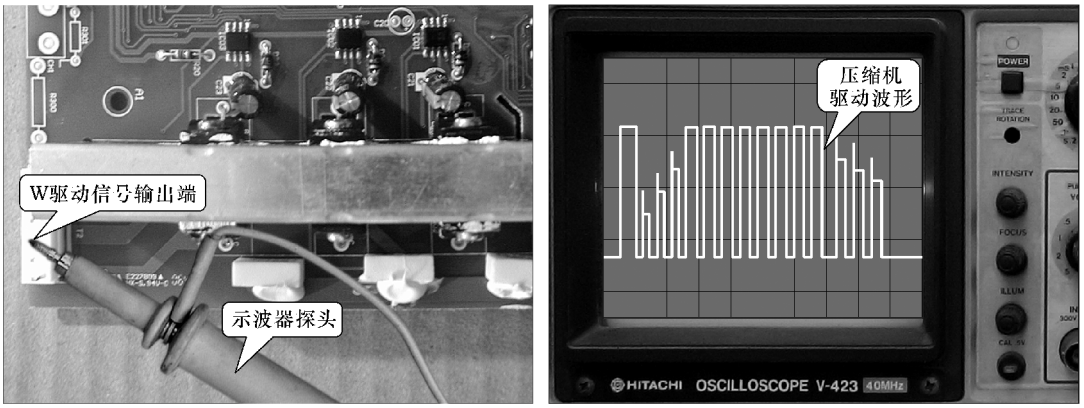


图 8-141　变频电路输出驱动信号的检测方法

• 故障表现

海尔 BCD－248WBSV 型变频电冰箱，通电开机后，压缩机不工作。

• 检修分析

海尔 BCD－248WBSV 型变频电冰箱，出现通电开机后，压缩机不工作的故障，则可能是变频电路中有损坏的元器件造成的，如图 8-142 所示为海尔 BCD－248WBSV 型变频电冰箱的整机电路框图，其变频电路的实物外形如图 8-143 所示。该电路主要是由电源供电电路、驱动集成电路以及驱动晶体管等组成的。

① 交流 220V 电压为变频模块进行供电，交流 220V 电压经变频模块中的电源供电电路后，变为 300V 直流电压和交流低压，为驱动晶体管以及驱动集成电路等进行供电。对交流 220V 供电电压进行检测，若不正常，则应对输入端的元器件进行检测。

② 驱动集成电路输出的驱动信号经相应的元器件后，分别控制驱动晶体管工作，从而为变频压缩机进行供电。对变频电路输出的 W、V、U 驱动信号进行检测，若不正常，则可能是变频电路中有损坏的元器件。

• 检测方法

首先对变频电路的交流 220V 供电电压进行检测，该电压可在交流 220V 输入插件上测得，如图 8-144 所示，实测 220V 电压正常。

接着检测变频电路输出的变频压缩机 W、U、V 驱动信号，该信号可在驱动信号输出插件上测得，实测时发现无驱动信号输出，如图 8-145 所示。

怀疑变频电路中有损坏的元器件，对关键元器件进行检测，实测时发现驱动晶体管有两个已经损坏，其各引脚之间的阻值均为无穷大，如图 8-146 所示，使用同型号进行代换后，通电试机，故障排除。

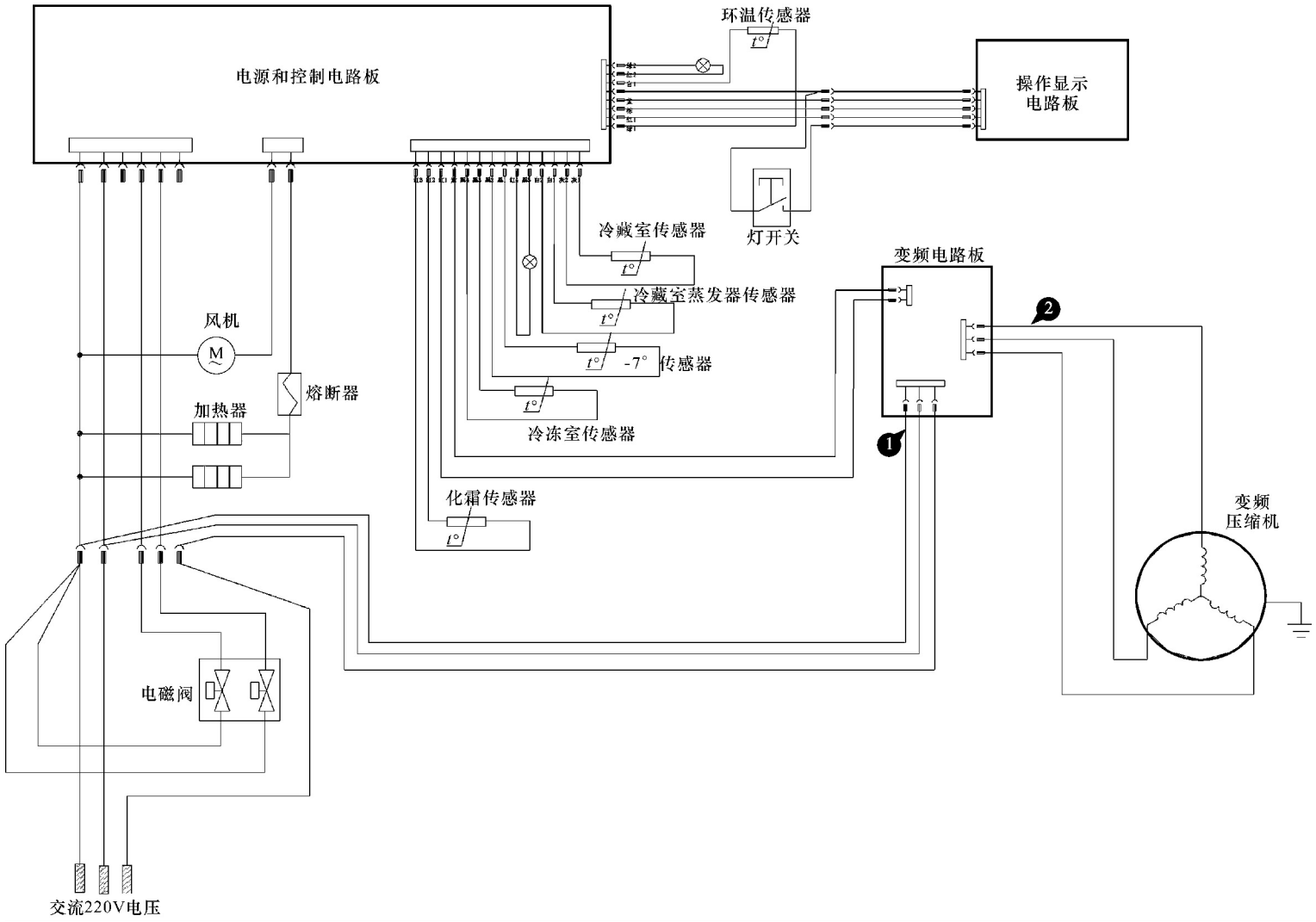


图8-142 海尔BCD-248WBSV型变频电冰箱整机电路框图

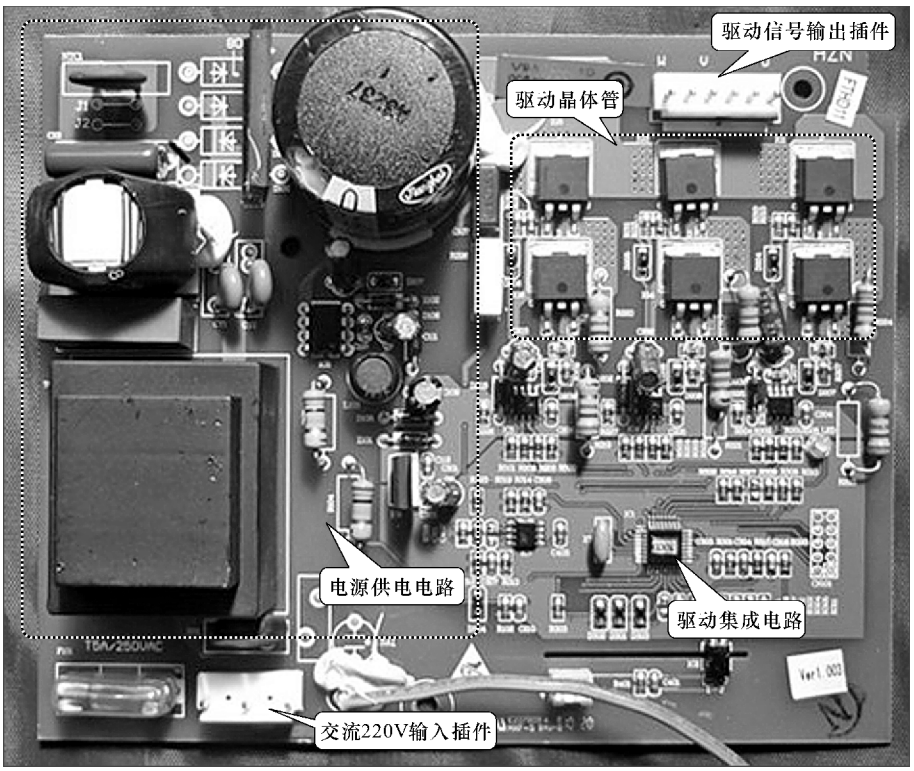


图 8-143　海尔 BCD－248WBSV 型变频电冰箱变频电路

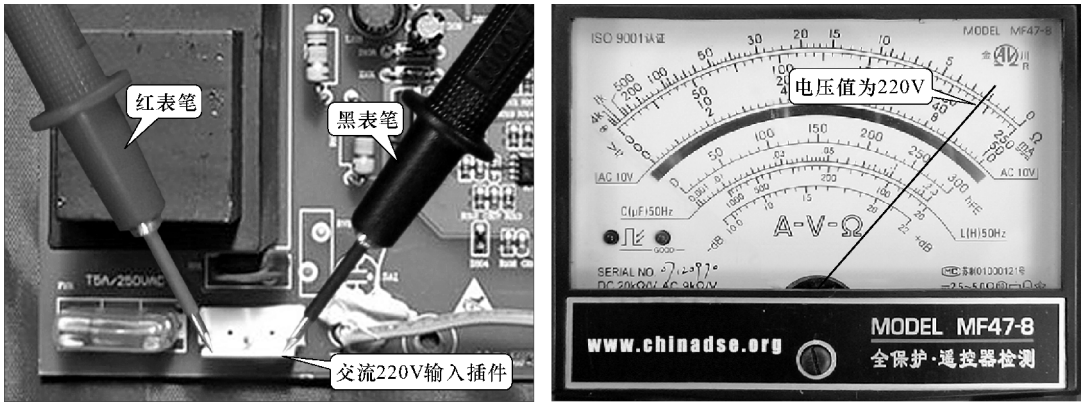


图 8-144　变频电路供电电压的检测方法

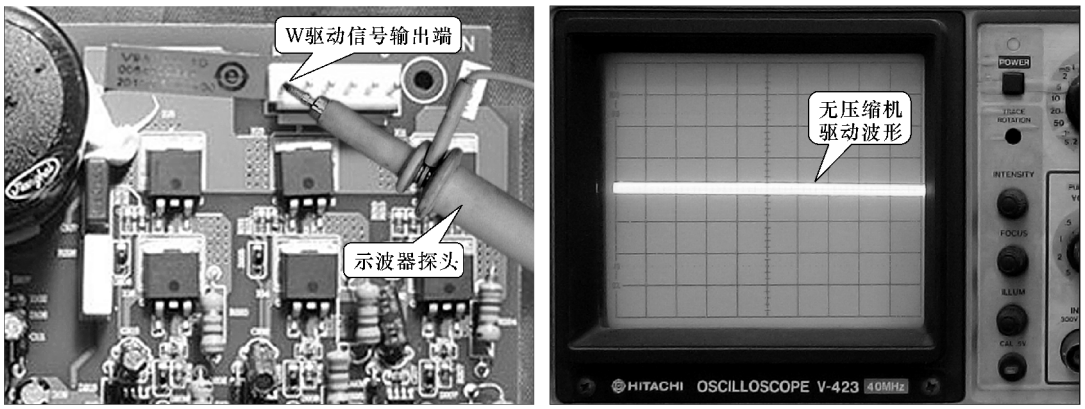


图 8-145　变频电路输出驱动信号的检测方法

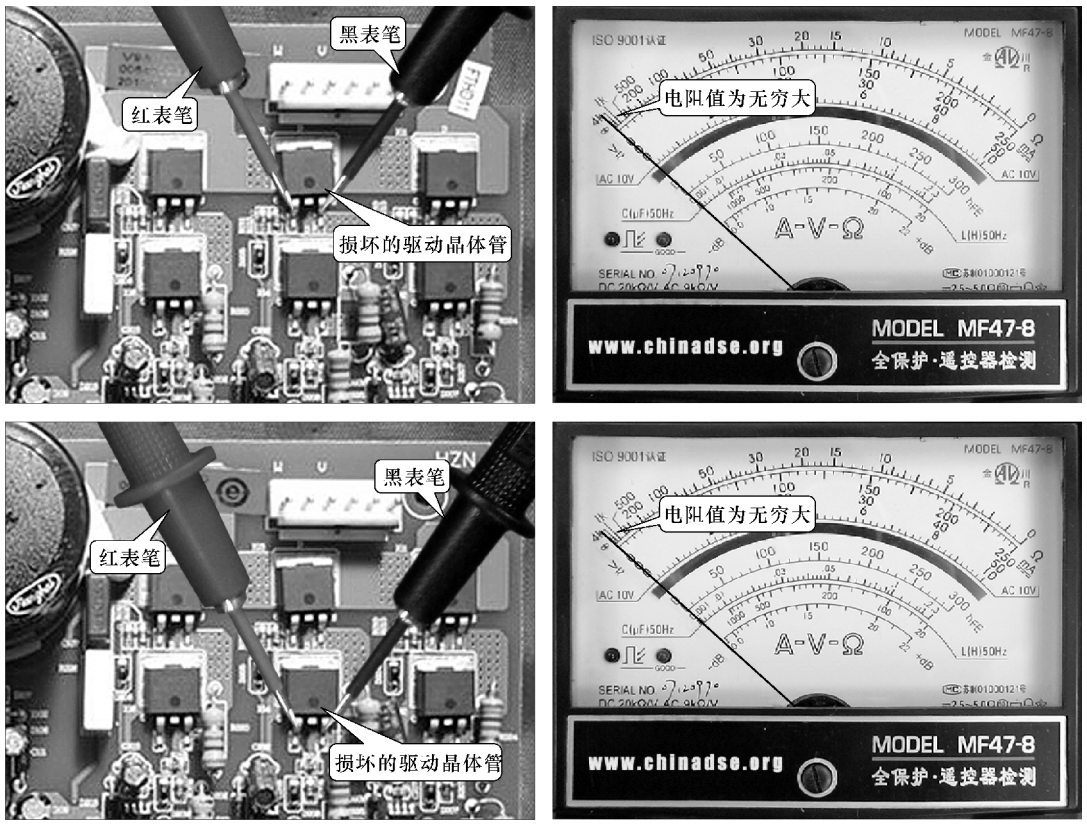


图 8-146　驱动晶体管的检测方法

编著图书推荐表

姓名		出生年月		职称/职务		专业	
单位				E－mail			
通讯地址						邮政编码	
联系电话			研究方向及教学科目				
个人简历（毕业院校、专业、从事过的以及正在从事的项目、发表过的论文）							
您近期的写作计划有：							
您推荐的国外原版图书有：							
您认为目前市场上最缺乏的图书及类型有：							

地址：北京市西城区百万庄大街22号　机械工业出版社　电工电子分社
邮编：100037　网址：www. cmpbook. com
联系人：张俊红　电话：13520543780　010－68326336（传真）
E－mail：buptzjh@163. com（可来信索取本表电子版）

家电维修技能速练速通丛书

- 万用表检修家电技能速练速通
- 电子元器件检测技能速练速通
- 新型空调器维修技能速练速通
- **新型电冰箱维修技能速练速通**
- 新型洗衣机维修技能速练速通
- 彩色电视机维修技能速练速通
- 电磁炉与微波炉维修技能速练速通
- 液晶与等离子电视机维修技能速练速通

TAO TAO
面值：50元

学习卡

◆网络远程培训 ◆教学资料下载
◆最新资讯阅读 ◆技术问题交流
◆资格考核认证 ◆职业规划指导

登录官方网站：www.chinadse.org

数码维修工程师？

+权威资格认证 +专业教学辅导 +全面技术服务...

机械工业出版社 CHINA MACHINE PRESS

数码维修工程师鉴定指导中心 Digital Service Engineer Examination Center

技能速练速通 专家随时指导
视频在线学习 资料任意下载

请剪开贴膜，取出卡片

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037

电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203

网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952

封面无防伪标均为盗版

上架指导 工业技术／电子技术／家电维修

ISBN 978-7-111-39574-4

策划编辑◎张俊红 / 封面设计◎马精明

ISBN 978-7-111-39574-4

9 787111 395744 >

定价：44.80元